

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 928 250**

51 Int. Cl.:

G05D 1/02 (2010.01)

B25J 9/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.03.2019** **PCT/US2019/023031**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.09.2019** **WO19183141**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.03.2019** **E 19771537 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.07.2022** **EP 3769174**

54 Título: **Planificación del movimiento de un robot para diversos entornos y tareas y mejora del funcionamiento del mismo**

30 Prioridad:

21.03.2018 US 201862646102 P

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

16.11.2022

73 Titular/es:

REALTIME ROBOTICS, INC. (100.0%)
12 Channel Street, Suite 502
Boston, MA 02210, US

72 Inventor/es:

SORIN, DANIEL;
KONIDARIS, GEORGE;
MURRAY, SEAN;
FLOYD-JONES, WILLIAM;
HOWARD, PETER y
LONG, XIANCHAO

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 928 250 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

Planificación del movimiento de un robot para diversos entornos y tareas y mejora del funcionamiento del mismo

Campo técnico

La presente descripción se refiere en general a la planificación de movimientos de robots y, en particular, a sistemas y métodos que facilitan la planificación de movimientos de un robot para diversos entornos y tareas.

Antecedentes

Descripción de la técnica relacionada

La planificación del movimiento es un problema fundamental en el control del robots y la robótica. Un plan de movimiento especifica completamente una ruta que un robot puede seguir desde un estado inicial hasta un estado objetivo, generalmente sin colisionar con ningún obstáculo en un entorno operativo o con una posibilidad reducida de colisionar con cualquier obstáculo en el entorno operativo. Los desafíos para la planificación de movimiento implican la capacidad de realizar la planificación de movimiento a un coste relativamente bajo y velocidades muy rápidas para diversos entornos y tareas.

El documento US9102055 describe métodos y sistemas para detectar y reconstruir entornos para facilitar la interacción robótica con dichos entornos. Un método de ejemplo puede implicar la determinación de un entorno virtual tridimensional (3D) representativo de un entorno físico del manipulador robótico que incluye una pluralidad de objetos virtuales 3D correspondientes a los respectivos objetos físicos en el entorno físico. El documento de Rodriguez Carlos et al con título "Planning manipulation movements of a dual-arm system considering obstacle removing", ROBOTICS AND AUTONOMOUS SYSTEMS, ELSEVIER BV, AMSTERDAM, NL, (20140801), vol. 62, no. 12, doi:10.1016/J.ROBOT.2014.07.003, ISSN 0921-8890, páginas 1816 - 1826, XP029068094 [A] 1-2 trata el problema de la planificación de movimientos de dos sistemas robóticos de mano y brazo, que consideran la posibilidad de usar las manos del robot para eliminar posibles obstáculos con el fin de obtener un acceso libre para agarrar un objeto deseado. El documento de SEAN MURRAY ET AL con título "Robot Motion Planning on a Chip", ROBOTICS: SCIENCE AND SYSTEMS XII, (01012016), doi:10.15607/RSS.2016.XII.004, ISBN 978-0-9923747-2-3, XP055580687 [A] 1-21 describe un proceso que construye circuitos específicos de robots para la planificación de movimientos.

Breve compendio

Se proporcionan un sistema y un método como se detalla en las reivindicaciones que siguen para la planificación del movimiento de un robot para diversos entornos y tareas. Por ejemplo, tales diversos entornos y tareas pueden incluir, pero no se limitan a: equipamiento, transportadores, sujetadores roscados, inspecciones, autocalibración, un volumen de espacio habitable por objetos estáticos y objetos dinámicos, que incluyen humanos, agarre multimanual, agarre al tacto, información recogida por un sensor transportado por un apéndice, embalaje de cajas, inspección de estantes, manejo de equipaje, reciclaje, procedimientos médicos, procedimientos dentales, drones, construcción, pintura, inspección de líneas, recogida de frutas, interacción con plantas, embalaje de fruta en cajas y un ambiente poblado por humanos.

Un método de funcionamiento en un sistema robótico, el sistema robótico que incluye al menos un procesador de planificación de movimiento y al menos un robot, el al menos un robot que tiene al menos un apéndice, el al menos un apéndice que tiene al menos una articulación y al menos un efector final, puede resumirse como que incluye: recibir información o datos que representan una posición y orientación respectivas de cada una de una pluralidad de piezas similares de un primer tipo en un primer contenedor de piezas a granel, las piezas similares del primer tipo en el primer contenedor de piezas a granel que son similares entre sí, el primer contenedor de piezas a granel que es accesible por el al menos un efector final; determinar una primera de las piezas similares del primer tipo para recuperar del primer contenedor de piezas a granel; procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento donde al menos una pared del contenedor está representada y eliminada de los datos, para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice del al menos un robot que mueve el al menos un apéndice de una primera pose a una segunda pose sin colisiones y de la segunda pose a una tercera pose sin colisiones, la segunda pose que es una posición y una orientación en la que la primera determinada de las piezas similares del primer tipo en el primer contenedor de piezas a granel es agarrable/acoplable por el al menos un efector final y la tercera pose que es una posición y orientación en la que el al menos un efector final con la primera determinada de las piezas similares del primer tipo que se coloca al menos sobre o en un contenedor del kit para formar al menos parcialmente un kit de piezas que incluye al menos una pieza que es diferente a las piezas similares del primer tipo; y hacer que el al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice desde la primera pose a la tercera pose sin colisiones.

El método puede incluir además: recibir información que representa una posición y orientación respectivas de cada una de una pluralidad de piezas similares de un segundo tipo en un segundo contenedor de piezas a granel, las piezas similares del segundo tipo en el segundo contenedor de piezas a granel que son similares entre si ya diferencia de las piezas similares del primer tipo en el primer contenedor de piezas a granel, el segundo contenedor de piezas a granel accesible por el al menos un efector final; determinar una primera de las piezas similares del segundo tipo para recuperar del segundo contenedor de piezas a granel; procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos

un procesador de planificación de movimiento, para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice del al menos un robot que mueve el al menos un apéndice de una cuarta pose a una quinta pose sin colisiones y de la quinta pose a una sexta pose sin colisiones, la quinta pose que es una posición y una orientación en las que la primera determinada de las piezas similares del segundo tipo en el segundo contenedor de piezas a granel es agarrable/acoplable por el al menos un efector final y la sexta pose que es una posición y una orientación en la que el al menos un efector final con la primera determinada de las piezas similares del segundo tipo se coloca al menos una sobre o en el contenedor del kit para al menos formar parcialmente el kit de piezas; y hacer que el al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice desde la quinta pose a la sexta pose sin colisiones. El método puede incluir además: después de hacer que el al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice de la primera pose a la tercera pose sin colisiones, hacer que el al menos un robot deposite una primera determinada de las piezas similares del primer tipo en un primer espacio definido en el contenedor del kit; y después de hacer que el al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice de la cuarta pose a la sexta pose sin colisiones, hacer que el al menos un robot deposite el primero determinado de las piezas similares del segundo tipo en un segundo espacio definido en el contenedor del kit. El contenedor del kit puede ser un contenedor del kit de fabricación aditiva, y el método puede incluir además: después de hacer que el al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice de la primera pose a la tercera pose sin colisiones, hacer que el al menos un robot deposite la primera determinada de las piezas similares del primer tipo en un espacio definido en el contenedor del kit de fabricación aditiva. Recibir información que representa una posición y orientación respectivas de cada una de una pluralidad de piezas similares en un contenedor puede incluir recibir una o más imágenes del primer contenedor de piezas a granel. Recibir información que representa una posición y orientación respectivas de cada una de una pluralidad de piezas similares en un primer contenedor de piezas a granel puede incluir recibir una o más imágenes de al menos un subconjunto de todas las piezas similares en al menos una parte del primer contenedor de piezas a granel, y el método puede incluir además: realizar el reconocimiento de imágenes en al menos algunas de las imágenes recibidas para identificar unas piezas individuales de las piezas similares y una posición y una orientación de las unas piezas individuales de las piezas similares en el primer contenedor de piezas a granel. Un primer apéndice del al menos un apéndice puede transportar al menos un sensor, y el método puede incluir además capturar la información que representa una posición y orientación respectivas de cada una de una pluralidad de piezas similares del primer tipo en el primer contenedor de piezas a granel por el al menos un sensor transportado por el primer apéndice, y generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento basado al menos en parte en la información capturada. Generar un primer plan de movimiento basándose, al menos en parte, en la información recibida puede incluir generar el primer plan de movimiento en el que el primer apéndice se mueve desde una primera pose respectiva a una segunda pose respectiva, la segunda pose respectiva que coloca el al menos un sensor transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno. Un segundo apéndice del al menos un apéndice puede transportar al menos un efector final y el método puede incluir además: generar un segundo plan de movimiento basándose, al menos en parte, en la información recibida, el segundo plan de movimiento en el que el segundo apéndice se mueve desde una primera pose respectiva a una segunda pose respectiva, la segunda pose respectiva que coloca el efector final del segundo apéndice para acoplar operativamente un objeto dentro de la parte del entorno que es detectada por el al menos un sensor. Un primer apéndice del al menos un apéndice puede transportar al menos un sensor de imagen, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca el al menos un sensor de imagen transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para acoplar operativamente un objeto dentro de la parte del entorno que es detectada por el al menos un sensor de imagen. Un primer apéndice del al menos un apéndice puede transportar al menos un sensor de contacto, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca el al menos un sensor de contacto transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para acoplar operativamente un objeto dentro de la parte del entorno que es detectada por el al menos un sensor de contacto. Un primer apéndice del al menos un apéndice puede transportar al menos un sensor capacitivo, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un primer plan de movimiento en el que una segunda pose respectiva del primer apéndice coloca el al menos un sensor capacitivo transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno. Un primer apéndice del al menos un apéndice puede transportar al menos un sensor de fuerza, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un primer plan de movimiento en el que una segunda pose respectiva del primer apéndice coloca

el al menos un sensor de fuerza transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno. Un primer apéndice del al menos un apéndice puede transportar al menos un sensor de proximidad, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un primer plan de movimiento en el que una segunda pose respectiva del primer apéndice coloca el al menos un sensor de proximidad transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno. El sistema robótico puede incluir al menos un primer apéndice y un segundo apéndice, y la planificación del movimiento puede incluir determinar planes de movimiento para cada uno de los apéndices primero y segundo para pasar la primera determinada de las piezas similares del primer tipo entre el primer y el segundo apéndices. El sistema robótico puede realizar las acciones de forma autónoma.

Un sistema robótico puede resumirse como que incluye: al menos un apéndice robótico, el al menos un apéndice que tiene al menos una articulación y al menos un efector final; al menos un procesador de planificación de movimiento; y al menos un medio legible por el procesador no transitorio que almacena al menos una de las instrucciones o datos ejecutables por el procesador que, cuando son ejecutados por el al menos un procesador de planificación de movimiento, hace que al menos un procesador de planificación de movimiento: reciba información capturada que representa una respectiva posición y orientación de cada una de una pluralidad de piezas similares de un primer tipo en un primer contenedor de parte a granel, las piezas similares del primer tipo en el primer contenedor de piezas a granel que son similares entre sí, el primer contenedor de piezas a granel accesible por el al menos un efector final; determine una primera de las piezas similares del primer tipo para recuperar del primer contenedor de piezas a granel; procese por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento donde al menos una pared del contenedor se representa y se elimina de los datos, para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice del al menos un robot que mueve el al menos un apéndice de una primera pose a una segunda pose sin colisiones y de la segunda pose a una tercera pose sin colisiones, la segunda pose que es una posición y una orientación en la que la primera determinada de las piezas similares del primer tipo en el primer contenedor de parte a granel es agarrable/acoplable por el al menos un efector final y la tercera pose es una posición y orientación en la que el al menos un efector final con la primera determinada de las piezas similares del primer tipo es colocada al menos una sobre o en un contenedor del kit para formar al menos parcialmente un kit de piezas que incluye al menos una parte que es diferente a las piezas similares del primer tipo; y hacer que el al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice desde la primera pose a la tercera pose sin colisiones.

Un método de funcionamiento en un sistema robótico en una línea de ensamblaje que incluye al menos un transportador que transporta una pluralidad de objetos ensamblados a lo largo de una línea de ensamblaje, el sistema robótico que incluye al menos un procesador de planificación de movimiento y al menos un robot, el al menos un robot que tiene al menos un apéndice, el al menos un apéndice que tiene al menos una articulación y al menos un efector final, el método se puede resumir como que incluye: para cada uno de los objetos que se ensamblan, recibir información que representa una posición y orientación respectivas del objeto respectivo; procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice del al menos un robot que mueve el al menos un apéndice de una primera pose a una segunda pose sin colisiones, la segunda pose que es una posición definida y una orientación definida de una parte del al menos un apéndice con respecto a uno de los objetos que se ensamblan; y hacer que el al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice desde la primera pose a la segunda pose sin colisiones.

Procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice del al menos un robot puede incluir un plan de movimiento que mueve el al menos un apéndice desde la primera pose a la segunda pose pasando por al menos una tercera pose todo sin colisiones, la tercera pose que es una posición definida y una orientación definida con respecto a una parte a ensamblar sobre uno de los objetos que se ensamblan. El al menos un robot puede incluir una base que está en una posición fija y los objetos que se ensamblan se mueven con respecto a la base, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar para tener en cuenta tanto el movimiento del transportador como el movimiento del respectivo objeto a ensamblar con respecto al transportador. El al menos un robot puede incluir una base que se mueve en secuencia y en paralelo con el movimiento de los objetos que se ensamblan y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar para tener en cuenta tanto el movimiento del transportador como el movimiento del respectivo objeto a ensamblar con respecto al transportador. El al menos un apéndice se puede acoplar de forma desmontable a al menos una parte móvil del transportador, a un accesorio transportado por una parte del transportador o a los objetos que a ensamblar para moverse junto con él, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice pueden incluir procesar para tener en cuenta un movimiento del respectivo objeto a ensamblar con respecto al transportador. Procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar para determinar un

plan de movimiento para un primer apéndice del al menos un apéndice para acoplar de forma desmontable un segundo apéndice del al menos un apéndice de al menos uno de: una parte móvil del medio de transporte, un accesorio transportado por la parte móvil del medio de transporte, o el objeto que se ensambla y transporta por la parte móvil del medio de transporte. Procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar para determinar un plan de movimiento para el primer apéndice del al menos un apéndice para desacoplar el segundo apéndice del al menos un apéndice de al menos uno de: la parte móvil del medio de transporte, el accesorio transportado por la parte móvil del medio de transporte, o el objeto que se ensambla y transporta por la parte móvil del medio de transporte. Procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar para determinar un plan de movimiento para un primer apéndice del al menos un apéndice para desacoplar un segundo apéndice del al menos un apéndice de al menos uno de: una parte móvil del medio de transporte, un accesorio transportado por la parte móvil del medio de transporte, o el objeto que se ensambla y transporta por la parte móvil del medio de transporte. Recibir información que representa una posición y orientación respectivas del objeto respectivo puede incluir capturar información de la imagen de al menos una cámara transportada por el al menos un apéndice. El al menos un apéndice puede incluir un primer apéndice y al menos un segundo apéndice, el segundo apéndice se puede mover por separado del primer apéndice, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar por la pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el primer apéndice, y puede incluir además capturar información de la imagen de al menos una cámara transportada por el segundo apéndice, en donde recibir información que representa una posición y orientación respectivas del objeto respectivo puede incluir recibir la información de al menos una cámara transportada por el segundo apéndice. El método puede incluir además: procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el segundo apéndice que transporta la al menos una cámara entre al menos dos poses diferentes sin colisiones. El al menos un robot puede incluir uno o más cables externos, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del procesador de planificación de movimiento puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del procesador de planificación de movimiento para producir un plan de movimiento donde se modelan al menos una parte de uno o más cables externos que son parte del al menos un robot. El al menos un robot puede incluir uno o más cables externos, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del procesador de planificación de movimiento puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del procesador de planificación de movimiento para producir un plan de movimiento donde al menos una parte de uno o más cables externos que son parte del al menos un robot se modelan incluyendo una representación de una flexibilidad relativa del cable respectivo. Procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del procesador de planificación de movimiento puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del procesador de planificación de movimiento para producir un plan de movimiento basándose en una posición futura y una orientación futura predichas de uno dado de los objetos que se ensamblan. El sistema robótico puede incluir un conjunto de efectores finales que se pueden acoplar de forma intercambiable y desmontable a un mismo del al menos un apéndice, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del procesador de planificación de movimiento puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del procesador de planificación de movimiento para producir un plan de movimiento basándose en uno dado de los efectores finales que está o estará acoplado al apéndice. Al menos algunos de los efectores finales pueden ser herramientas de extremo de brazo seleccionadas entre un cabezal de soldadura, una remachadora, un taladro, una fresadora, un escariador o un destornillador. El sistema robótico puede incluir un conjunto de efectores finales que se pueden acoplar de forma intercambiable y desmontable al mismo del al menos un apéndice, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del procesador de planificación de movimiento puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del procesador de planificación de movimiento para producir un plan de movimiento que mueve el primero de al menos un apéndice al conjunto de efectores finales para intercambiar un efector final transportado por el primer apéndice. El sistema robótico puede incluir un primer apéndice y un segundo apéndice, y un conjunto de efectores finales que se pueden acoplar de forma intercambiable y desmontable al mismo de uno del al menos un apéndice, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del procesador de planificación de movimiento puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del procesador de planificación de movimiento para producir un plan de movimiento que mueve el primer apéndice al conjunto de efectores finales para recoger uno de los efectores finales y, posteriormente, mover un extremo distal del primer apéndice hacia un extremo distal del segundo apéndice para unir al extremo distal del segundo apéndice el uno de los efectores finales recogido por el primer apéndice. El sistema robótico puede incluir al menos un primer apéndice y un segundo apéndice, y la planificación del movimiento puede incluir determinar planes de movimiento para cada uno de los primeros y segundos apéndices para pasar uno de los efectores finales entre el primer y el segundo apéndices. El sistema robótico puede realizar las acciones de forma autónoma.

Un sistema robótico para su uso en una línea de ensamblaje que incluye al menos un transportador que transporta una pluralidad de objetos que se ensamblan a lo largo de una línea de ensamblaje, el sistema robótico se puede resumir como que incluye: al menos un apéndice robótico, el al menos un apéndice que tiene al menos una articulación y al menos un efector final; al menos un procesador de planificación de movimiento; y al menos un medio legible por el procesador no transitorio que almacena al menos una de las instrucciones o datos ejecutables por el procesador que, cuando se ejecutan por el al menos un procesador de planificación de movimiento, hace que al menos un procesador de planificación de movimiento: para cada uno de los objetos que se ensamblan, reciban información que representa una posición y orientación respectivas del objeto respectivo; y procesen por una pluralidad de circuitos

lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice del al menos un robot que mueve el al menos un apéndice de una primera pose a una segunda pose sin colisiones, la segunda pose que es una posición definida y una orientación definida de una parte del al menos un apéndice con respecto a uno de los objetos que se ensamblan.

- 5 Un método de funcionamiento en un sistema robótico en una línea de ensamblaje que incluye al menos un transportador que transporta una pluralidad de objetos ensamblados a lo largo de una línea de ensamblaje, el sistema robótico que incluye al menos un procesador de planificación de movimiento y al menos un robot, el al menos un robot que tiene al menos un apéndice, el al menos un apéndice que tiene al menos una articulación y al menos un efector final, el método se puede resumir como que incluye: para cada uno de los objetos que se ensamblan, recibir
10 información que representa una posición y orientación respectivas del objeto respectivo; procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice del al menos un robot que mueve el al menos un apéndice de una primera pose a una segunda pose sin colisiones y de la segunda pose a una tercera pose sin colisiones, la segunda pose que es una posición y una orientación en la que se coloca un sujetador roscado con respecto a un orificio roscado; hacer
15 que el al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice desde la primera pose a la tercera pose sin colisiones; hacer que el efector final gire en una primera dirección de giro; detectar un asiento del sujetador roscado con una rosca del orificio roscado; y hacer que el efector final gire en una segunda dirección de giro, la segunda dirección de giro opuesta a la primera dirección de giro.

- Hacer que el efector final gire en una primera dirección de giro puede incluir hacer que el efector final gire en una
20 dirección de giro opuesta a la dirección de giro en la que el sujetador roscado se enrosca en el orificio roscado. El método puede incluir además: información de detección que representa un acoplamiento físico del sujetador roscado con el orificio roscado. Detectar un asiento del sujetador roscado con una rosca del orificio roscado puede basarse en la información detectada. El sistema robótico puede incluir al menos un primer apéndice y un segundo apéndice, y la planificación del movimiento puede incluir determinar planes de movimiento para cada uno de los primeros y segundos
25 apéndices para pasar el sujetador roscado entre el primer y el segundo apéndices. El método puede incluir además: hacer que el al menos un apéndice cambie una orientación del objeto agarrado por un efector final del al menos un efector final. Hacer que el al menos un apéndice cambie una orientación del objeto agarrado por un efector final del al menos un efector final puede incluir: generar al menos un primer plan de movimiento para un primer apéndice que mueve el primer apéndice entre al menos una respectiva primera pose y una respectiva segunda pose dentro del
30 primer volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices; generar al menos un segundo plan de movimiento para un segundo apéndice que mueve el segundo apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del segundo volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices, donde generar un primer plan de movimiento y un segundo plan de movimiento pueden incluir generar un primer plan de movimiento y un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose de al menos
35 uno del primer apéndices o del segundo apéndice es una pose en la que un objeto es transferible desde una parte de uno del primer o el segundo apéndices a una parte del otro del primero o del segundo apéndice; hacer que el primer apéndice se mueva según el primer plan de movimiento; y hacer que el segundo apéndice se mueva según el segundo plan de movimiento. El sistema robótico puede realizar las acciones de forma autónoma.

- Un sistema robótico para su uso en una línea de ensamblaje que incluye al menos un transportador que transporta
40 una pluralidad de objetos que se ensamblan a lo largo de una línea de ensamblaje, el sistema robótico se puede resumir como que incluye: al menos un apéndice robótico, el al menos un apéndice que tiene al menos una articulación y al menos un efector final; al menos un procesador de planificación de movimiento; y al menos un medio legible por el procesador no transitorio que almacena al menos una de las instrucciones o datos ejecutables por el procesador que, cuando se ejecutan por el al menos un procesador de planificación de movimiento, hace que al menos un
45 procesador de planificación de movimiento: para cada uno de los objetos que se ensamblan, reciban información que representa una posición y orientación respectivas del objeto respectivo; procesen por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice del al menos un robot que mueve el al menos un apéndice de una primera pose a una segunda pose sin colisiones y de la segunda pose a una tercera pose sin colisiones, la segunda pose que es una
50 posición y una orientación en la que se coloca un sujetador roscado con respecto a un orificio roscado; hagan que el al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice desde la primera pose a la tercera pose sin colisiones; hagan que el efector final gire en una primera dirección de giro; detecten un asiento del sujetador roscado con una rosca del orificio roscado; y hagan que el efector final gire en una segunda dirección de giro, la segunda dirección de giro opuesta a la primera dirección de giro.

- Un método de funcionamiento en un sistema robótico para realizar una inspección de cada uno de una pluralidad de
55 objetos ensamblados a medida que los objetos ensamblados son transportados más allá de una o más estaciones de inspección, el sistema robótico que incluye al menos un procesador de planificación de movimiento y al menos un robot, el al menos un robot que tiene al menos un apéndice, el al menos un apéndice que tiene al menos una articulación y al menos un sensor, el método se puede resumir como que incluye: para cada uno de los objetos,
60 capturar información que representa una posición y orientación respectivas del objeto respectivo; procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice del al menos un robot que mueve el al menos un apéndice de una primera pose a una segunda pose sin colisiones, la primera pose que es una primera pose definida y una primera

orientación definida del al menos un sensor transportado por el al menos un apéndice, la segunda pose que es una segunda pose definida y una segunda orientación definida del al menos un sensor transportado por el al menos un apéndice con respecto a uno de los objetos ensamblados que se inspeccionan; y hacer que el al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice desde la primera pose a la segunda pose sin colisiones.

Procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice del al menos un robot puede incluir un plan de movimiento que mueve el al menos un apéndice desde la primera pose a la segunda pose pasando por al menos una tercera pose todo sin colisiones, la tercera pose que es una tercera posición definida y una tercera orientación definida del al menos un sensor transportado por el al menos un apéndice con respecto a uno de los objetos ensamblados que se inspeccionan, al menos una de la tercera posición definida y la tercera orientación definida diferente de una respectiva de la segunda posición definida y la segunda orientación definida. El al menos un robot puede incluir una base que está en una posición fija y los objetos ensamblados se mueven con respecto a la base, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar para tener en cuenta tanto un movimiento de desplazamiento del objeto ensamblado en un marco de referencia del mundo real como un movimiento del respectivo objeto a ensamblar con respecto a un transportador. El al menos un robot es una base que se mueve en secuencia y en paralelo con el movimiento de los objetos ensamblados, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar para tener en cuenta tanto un movimiento de un transportador como un movimiento del respectivo objeto a ensamblar con respecto al transportador. El al menos un apéndice se puede acoplar de manera desmontable a al menos una de una parte móvil de un transportador, a un accesorio transportado por una parte del transportador o a los objetos a ensamblar para moverse junto con el mismo, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice pueden incluir procesar para tener en cuenta un movimiento del respectivo objeto a ensamblar con respecto al transportador. Procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar para determinar un plan de movimiento para un primer apéndice del al menos un apéndice para acoplar de forma desmontable un segundo apéndice del al menos un apéndice de al menos uno de: una parte móvil de un medio de transporte, un accesorio transportado por la parte móvil del medio de transporte, o el objeto que se ensambla y transporta por la parte móvil del medio de transporte. Procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar para determinar un plan de movimiento para el primer apéndice del al menos un apéndice para desacoplar el segundo apéndice del al menos un apéndice de al menos uno de: la parte móvil del medio de transporte, el accesorio transportado por la parte móvil del medio de transporte, o el objeto que se ensambla y transporta por la parte móvil del medio de transporte. Procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar para determinar un plan de movimiento para un primer apéndice del al menos un apéndice para desacoplar un segundo apéndice del al menos un apéndice de al menos uno de: una parte móvil de un medio de transporte, un accesorio transportado por la parte móvil del medio de transporte, o el objeto que se ensambla y transporta por la parte móvil del medio de transporte. Capturar información que representa una posición y orientación respectivas del objeto respectivo puede incluir capturar información de la imagen de al menos una cámara transportada por el al menos un apéndice. El al menos un apéndice puede incluir un primer apéndice y al menos un segundo apéndice, el segundo apéndice se puede mover por separado del primer apéndice, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar por la pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el primer apéndice y capturar información que representa una posición y orientación respectivas del objeto respectivo puede incluir capturar información de la imagen de al menos una cámara transportada por el segundo apéndice. El método puede incluir además: procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el segundo apéndice que transporta la al menos una cámara entre al menos dos poses diferentes sin colisiones. El al menos un robot puede incluir uno o más cables externos, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del procesador de planificación de movimiento puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del procesador de planificación de movimiento para producir un plan de movimiento donde al menos se modela una parte de uno o más cables externos que son parte del al menos un robot. El al menos un robot puede incluir uno o más cables externos, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del procesador de planificación de movimiento puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del procesador de planificación de movimiento para producir un plan de movimiento donde se modelan al menos una parte de uno o más cables externos que son parte del al menos un robot que incluye una representación de una flexibilidad relativa del cable respectivo. Procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del procesador de planificación de movimiento puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del procesador de planificación de movimiento para producir un plan de movimiento basándose en una posición futura y una orientación futura predichas de uno dado de los objetos ensamblados. Un primer apéndice del al menos un apéndice puede transportar al menos un sensor de imagen, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al

menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca el al menos un sensor de imagen transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para acoplar operativamente un objeto dentro de la parte del entorno que es detectada por al menos un sensor de imagen. Un primer apéndice del al menos un apéndice puede transportar al menos un sensor de contacto, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca el al menos un sensor de contacto transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para acoplar operativamente un objeto dentro de la parte del entorno que es detectada por el al menos un sensor de contacto. Un primer apéndice del al menos un apéndice puede transportar al menos un sensor capacitivo, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un primer plan de movimiento en el que una segunda pose respectiva del primer apéndice coloca el al menos un sensor capacitivo transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno. Un primer apéndice del al menos un apéndice puede transportar al menos un sensor de fuerza, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un primer plan de movimiento en el que una segunda pose respectiva del primer apéndice coloca el al menos un sensor de fuerza transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno. Un primer apéndice del al menos un apéndice puede transportar al menos un sensor de proximidad, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un primer plan de movimiento en el que una segunda pose respectiva del primer apéndice coloca el al menos un sensor de proximidad transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno. El al menos un apéndice puede incluir dos o más apéndices, y el al menos un sensor puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo (IR) cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad y capturar información que representa una posición y orientación respectiva del objeto respectivo puede incluir capturar la información a través de una o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad. El sistema robótico puede incluir al menos un primer apéndice y un segundo apéndice, y la planificación del movimiento puede incluir determinar planes de movimiento para cada uno de los primeros y segundos apéndices para pasar uno de los efectores finales entre el primer y el segundo apéndice. El sistema robótico puede realizar las acciones de forma autónoma.

Un sistema robótico para realizar una inspección de cada uno de una pluralidad de objetos ensamblados a medida que los objetos ensamblados son transportados más allá de una o más estaciones de inspección se puede resumir como que incluye: al menos un robot, el al menos un robot que tiene al menos un apéndice, el al menos un apéndice que tiene al menos una articulación y al menos un sensor; al menos un procesador de planificación de movimiento; y al menos un medio legible por el procesador no transitorio que almacena al menos una de las instrucciones o datos ejecutables por el procesador que, cuando se ejecutan por el al menos un procesador de planificación de movimiento, hace que al menos un procesador de planificación de movimiento: para cada uno de los objetos, capture información que representa una posición y orientación respectivas del objeto respectivo; procese por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice del al menos un robot que mueve el al menos un apéndice de una primera pose a una segunda pose sin colisiones, la primera pose que es una primera posición definida y una primera orientación definida del al menos un sensor transportado por el al menos un apéndice, la segunda pose que es una segunda posición definida y una segunda orientación definida del al menos un sensor transportado por el al menos un apéndice con respecto a uno de los objetos ensamblados que se inspeccionan; y hacer que el al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice desde la primera pose a la segunda pose sin colisiones.

Un método de funcionamiento en un sistema robótico, el sistema robótico que incluye al menos un procesador de planificación de movimiento, al menos un sensor y al menos un robot, el al menos un robot tiene al menos un apéndice, el al menos un apéndice tiene al menos una articulación y al menos un efector final pueden resumirse como que incluye: hacer sucesivamente que al menos un apéndice se mueva a cada una de una pluralidad de poses sucesivas; para el al menos un sensor, capturar sucesivamente información que representa una posición y orientación respectivas

del sensor respectivo con respecto a una parte respectiva del al menos un apéndice en cada una de las poses sucesivas; para el al menos un sensor, determinar un conjunto respectivo de valores de calibración a partir de la información capturada sucesivamente; procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento calibrado para el al menos un apéndice del al menos un robot que mueve el al menos un apéndice de una primera pose a una segunda pose sin colisiones; y hacer que el al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice desde la primera pose a la segunda pose sin colisiones.

Un método de funcionamiento en un sistema robótico, el sistema robótico que incluye al menos un procesador de planificación de movimiento, al menos un sensor y al menos un robot, el al menos un robot tiene al menos un apéndice, el al menos un apéndice tiene al menos una articulación y al menos un efector final, el método puede resumirse como que incluye: capturar sucesivamente información que representa un volumen de espacio en el que funciona al menos un apéndice, el volumen de espacio que es habitable por objetos estáticos y objetos dinámicos, que incluyen los humanos; basándose, al menos en parte, en la información capturada, procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un primer plan de movimiento que proporciona una primera trayectoria a través de una parte del volumen de espacio para al menos un apéndice que mueve el al menos un apéndice entre un número de poses sucesivas; basándose, al menos en parte, en la información capturada, procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento posterior que proporciona una trayectoria posterior a través de una parte del volumen de espacio para el al menos un apéndice que mueve el al menos un apéndice entre una número de poses sucesivas y que evita un objeto dinámico que de otro modo presentaría un riesgo de colisión por encima de un umbral definido para la primera trayectoria anterior; y hacer que sucesivamente el al menos un apéndice se mueva a cada una de una pluralidad de poses sucesivas según una actual del plan de movimiento.

El sistema robótico puede incluir un primer número de sensores en ubicaciones fijas respectivas que monitorizan el volumen de espacio, el primer número de sensores no transportados por los apéndices, y capturar sucesivamente información que representa un volumen de espacio en el que funciona el al menos un apéndice puede incluir capturar sucesivamente información a través del primer número de sensores en las ubicaciones fijas respectivas. El sistema robótico puede incluir un segundo número de sensores transportados por los apéndices que monitorizan el volumen de espacio, y capturar sucesivamente información que representa un volumen de espacio en el que funciona el al menos un apéndice puede incluir capturar sucesivamente información a través del segundo número de sensores transportados por los apéndices. El sistema robótico puede incluir un número de sensores transportados por los apéndices que monitorizan el volumen de espacio, y capturar sucesivamente información que representa un volumen de espacio en el que funciona el al menos un apéndice puede incluir capturar sucesivamente información a través de un número de sensores transportados por los apéndices. El al menos un sensor puede incluir al menos un sensor de imagen, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento posterior para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar el plan de movimiento posterior basándose en la información de la imagen capturada a través del al menos un sensor. El al menos un sensor puede incluir al menos un sensor de imagen, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento posterior para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar el plan de movimiento posterior basándose en la información de la imagen capturada a través del al menos un sensor. El al menos un sensor puede incluir al menos un sensor de imagen, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento posterior para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar el plan de movimiento posterior basándose en la información de la imagen capturada a través del al menos un sensor, el plan de movimiento posterior que emplea un impulso del al menos un apéndice para seguir una trayectoria que minimiza una probabilidad de una colisión con el objeto dinámico. El al menos un sensor puede incluir al menos un sensor de imagen, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento posterior para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar el plan de movimiento posterior basándose en la información de la imagen capturada a través del al menos un sensor. El al menos un sensor puede incluir al menos un sensor de imagen, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento posterior para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar el plan de movimiento posterior basándose en la información de la imagen capturada a través del al menos un sensor, el plan de movimiento posterior que emplea un impulso del al menos un apéndice para seguir una trayectoria que minimiza una probabilidad de una colisión con el objeto dinámico sin detener un movimiento del al menos un apéndice en respuesta a una presencia del objeto dinámico en el volumen de espacio. El al menos un sensor puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento y uno o más sensores de proximidad, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento posterior para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar el plan de movimiento posterior basándose en la información capturada a través del al menos un sensor, el plan de movimiento posterior que emplea un impulso del al menos un apéndice para seguir una trayectoria que minimiza una probabilidad de una colisión con el objeto dinámico. El al menos un sensor puede incluir

una pluralidad de al menos un tipo de sensor que proporciona un alto nivel de redundancia y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento posterior para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar el plan de movimiento posterior basándose en la información capturada a través del al menos un sensor que está funcionando, el plan de movimiento posterior que emplea un impulso del al menos un apéndice para seguir una trayectoria que minimiza una probabilidad de una colisión con el objeto dinámico. El sistema robótico podrá realizar las acciones de forma autónoma.

Un sistema robótico puede resumirse como que incluye: al menos un robot, el al menos un robot que tiene al menos un apéndice, el al menos un apéndice que tiene al menos una articulación y al menos un efector final; al menos un procesador de planificación de movimiento; y al menos un medio legible por el procesador no transitorio que almacena al menos una de las instrucciones o datos ejecutables por el procesador que, cuando se ejecutan por el al menos un procesador de planificación de movimiento, hace que al menos un procesador de planificación de movimiento: capture sucesivamente información que representa un volumen de espacio en el que funciona el al menos un apéndice, el volumen de espacio que es habitable por objetos estáticos y objetos dinámicos, que incluyen los humanos; basándose, al menos en parte, en la información capturada, procese por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un primer plan de movimiento que proporciona una primera trayectoria a través de una parte del volumen de espacio para al menos un apéndice que mueve al menos un apéndice entre un número de poses sucesivas; basándose, al menos en parte, en la información capturada, procese por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento posterior que proporcione una trayectoria posterior a través de una parte del volumen de espacio para al menos un apéndice que mueve el al menos un apéndice entre un número de poses sucesivas y que evita un objeto dinámico que de otro modo presentaría un riesgo de colisión por encima de un umbral definido para la primera trayectoria anterior; y haga sucesivamente que el al menos un apéndice se mueva a cada una de una pluralidad de poses sucesivas según una actual del plan de movimiento.

Un método de funcionamiento en un sistema robótico que incluye un primer apéndice y al menos un segundo apéndice, el primer y el segundo apéndices móviles dentro de un primer volumen operativo y un segundo volumen operativo, respectivamente, al menos una parte del segundo volumen operativo que se superpone con al menos una parte del primer volumen operativo de manera que el primer y el segundo apéndices puedan colisionar físicamente entre sí, el método se puede resumir como que incluye: generar al menos un primer plan de movimiento para un primer apéndice que mueve el primer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices; generar al menos un segundo plan de movimiento para un segundo apéndice que mueve el segundo apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del segundo volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices; hacer que el primer apéndice se mueva según el primer plan de movimiento; y hacer que el segundo apéndice se mueva según el segundo plan de movimiento.

Generar un primer plan de movimiento y un segundo plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento y un segundo plan de movimiento en los que la segunda pose de al menos uno del primer apéndice o el segundo apéndice es una pose en la que un objeto es transferible desde una parte de uno de los primer y segundo apéndices a una parte del otro de los primer y segundo apéndices. Generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca una parte del primer apéndice para acoplar operativamente un primer objeto en un entorno, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para acoplar operativamente el primer objeto en el entorno. Generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca una parte del primer apéndice para acoplar operativamente un cajón en un entorno, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice en al menos uno de los lugares o recupera un objeto del cajón. El primer apéndice puede transportar al menos un sensor, y generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca el al menos un sensor transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para acoplar operativamente un objeto dentro de la parte del entorno que es detectada por al menos un sensor. El primer apéndice puede transportar al menos un sensor de imagen, y generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca el al menos un sensor de imagen transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para acoplar operativamente un objeto dentro de la parte del entorno que es detectada por el al menos un sensor de imagen. El primer apéndice puede transportar al menos un sensor de contacto, y generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca el al menos un sensor de contacto transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para acoplar operativamente un objeto dentro de

la parte del entorno que es detectada por el al menos un sensor de contacto. El primer apéndice puede transportar al menos un sensor capacitivo, y generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca el al menos un sensor capacitivo transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para acoplar operativamente un objeto dentro de la parte del entorno que es detectada por el al menos un sensor capacitivo. El primer apéndice puede transportar al menos un sensor de fuerza, y generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca el al menos un sensor de fuerza transportado por primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para acoplar operativamente un objeto dentro de la parte del entorno que es detectada por el al menos un sensor de fuerza. El primer apéndice puede transportar al menos un sensor de proximidad, y generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca el al menos un sensor de proximidad transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para acoplar operativamente un objeto dentro de la parte del entorno que es detectada por el al menos un sensor de proximidad. Generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca una parte del primer apéndice para agarrar un primer objeto en un entorno, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para agarrar el primer objeto en el entorno. Generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca una parte del primer apéndice para agarrar un primer objeto en un entorno, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para agarrar el primer objeto en el entorno mientras el primer apéndice agarra el primer objeto. Hacer que el primer apéndice se mueva según el primer plan de movimiento puede incluir hacer que el primer apéndice se mueva para estar en la respectiva segunda pose durante un primer período y hacer que el segundo apéndice se mueva según el segundo plan de movimiento puede incluir hacer que el segundo apéndice se mueva para estar en la respectiva segunda pose durante el primer período. El método puede incluir además: después de hacer que el primer apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y respectiva segunda pose, generar al menos un primer plan de movimiento actualizado para el primer apéndice que mueve el primer apéndice entre una respectiva pose actual o respectiva pose esperada a la segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre los apéndices primero y segundo. El método puede incluir además: generar dinámicamente una pluralidad de primeros planes de movimiento actualizados mientras se hace que el primer apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y la respectiva segunda pose. El método puede incluir además: después de hacer que el primer apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y respectiva segunda pose, generar al menos un primer plan de movimiento actualizado para el primer apéndice que mueve el primer apéndice entre una respectiva pose actual o una respectiva pose esperada a la segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre los apéndices primero y segundo; y después de hacer que el segundo apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y la respectiva segunda pose, generar al menos un segundo plan de movimiento actualizado para el segundo apéndice que mueve el segundo apéndice entre una respectiva pose actual o respectiva pose esperada a la respectiva segunda pose dentro del segundo volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices. El segundo apéndice también puede transportar un sensor respectivo además del efector final respectivo transportado por el segundo apéndice, y el método puede incluir además: recibir información recogida por el sensor transportado por el segundo apéndice; y generar dinámicamente una pluralidad de segundos planes de movimiento actualizados basándose en, al menos en parte, en la información recibida recogida por el sensor transportado por el segundo apéndice. El primer apéndice también puede transportar un efector final respectivo además del respectivo al menos un sensor transportado por el primer apéndice, y el método puede incluir además: generar dinámicamente una pluralidad de primeros planes de movimiento actualizados basándose, al menos en parte, en la información recibida recogida por al menos uno de los sensores transportados por el segundo apéndice, los primeros planes de movimiento actualizados que colocan el efector final respectivo transportado por el primer apéndice para acoplar físicamente un objeto en un entorno en cooperación con el efector final respectivo del segundo apéndice. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer apéndice puede incluir generar un primer plan de movimiento que mueve además el primer apéndice entre al menos la respectiva segunda pose y una respectiva tercera pose dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y segundo apéndices. El sistema robótico puede incluir al menos un tercer apéndice que transporta al menos uno de un sensor respectivo o un efector final respectivo, el tercer apéndice puede moverse dentro de un tercer volumen operativo, al menos una parte del tercer volumen operativo se superpone con al menos una parte de al menos uno de los volúmenes operativos primero o segundo de manera que los apéndices primero, segundo y tercero puedan colisionar físicamente entre sí, el método puede incluir: generar al menos un tercer plan de movimiento para un tercer apéndice que mueve el tercer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del tercer volumen operativo sin colisiones al menos entre el primero, el segundo y el tercer apéndice; hacer que el tercer apéndice se mueva según el tercer plan de movimiento. El sistema robótico puede realizar las acciones de forma autónoma.

Un sistema robótico puede resumirse como que incluye: un primer apéndice móvil dentro de un primer volumen

operativo; al menos un segundo apéndice móvil dentro de un segundo volumen operativo, al menos una parte del segundo volumen operativo se superpone con al menos una parte del primer volumen operativo de manera que el primer y el segundo apéndices son capaces de colisionar físicamente entre sí; al menos un procesador de planificación de movimiento; y al menos un medio legible por el procesador no transitorio que almacena al menos uno de las instrucciones o datos ejecutables por el procesador que, cuando se ejecutan por el al menos un procesador de planificación de movimiento, hace que al menos un procesador de planificación de movimiento: genere al menos un primer plan de movimiento para un primer apéndice que mueve el primer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices; genere al menos un segundo plan de movimiento para un segundo apéndice que mueve el segundo apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del segundo volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices; hace que el primer apéndice se mueva según el primer plan de movimiento; y hace que el segundo apéndice se mueva según el segundo plan de movimiento.

Un método de funcionamiento en un sistema robótico que incluye un primer apéndice que transporta al menos un sensor y al menos un segundo apéndice que transporta al menos un efector final, el primer y el segundo apéndices móviles dentro de un primer volumen operativo y un segundo volumen operativo, respectivamente, al menos una parte del segundo volumen operativo se superpone con al menos una parte del primer volumen operativo de manera que el primer y el segundo apéndices pueden colisionar físicamente entre sí, el método puede resumirse como que incluye: generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice que mueve el primer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices, la segunda pose respectiva que coloca el en al menos un sensor transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno; generar al menos un segundo plan de movimiento para el segundo apéndice que mueve el segundo apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del segundo volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices, la respectiva segunda pose en la que el efector final transportado por el segundo apéndice está colocado para acoplarse operativamente a un objeto dentro de la parte del entorno que es detectada por el al menos un sensor; hacer que el primer apéndice se mueva según el primer plan de movimiento; recibir información recogida por el al menos un sensor transportado por el primer apéndice; y hacer que el segundo apéndice se mueva según el segundo plan de movimiento.

El método puede incluir además: generar dinámicamente una pluralidad de segundos planes de movimiento actualizados basándose en la información recibida recogida por el al menos un sensor transportado por el primer apéndice. El método puede incluir además: generar dinámicamente una pluralidad de segundos planes de movimiento actualizados basándose en la información recibida recogida por el al menos un sensor transportado por el primer apéndice mientras hace que el primer apéndice se mueva. El al menos un sensor transportado por el primer apéndice puede incluir al menos un sensor de imagen, y recibir información recogida por el al menos un sensor transportado por el primer apéndice puede incluir recibir información de la imagen. El al menos un sensor transportado por el primer apéndice puede incluir al menos un sensor de contacto, y recibir información recogida por el al menos un sensor transportado por el primer apéndice puede incluir recibir información de contacto. El al menos un sensor transportado por el primer apéndice puede incluir al menos un sensor capacitivo, y recibir información recogida por el al menos un sensor transportado por el primer apéndice puede incluir recibir información capacitiva. El al menos un sensor transportado por el primer apéndice puede incluir al menos un sensor de fuerza, y recibir información recogida por el al menos un sensor transportado por el primer apéndice puede incluir recibir información de fuerza. El al menos un sensor transportado por el primer apéndice puede incluir al menos un sensor de proximidad, y recibir información recogida por el al menos un sensor transportado por el primer apéndice puede incluir recibir información de proximidad. Generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca una parte del primer apéndice para tocar un primer objeto en un entorno, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para agarrar el primer objeto en el entorno. Generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca una parte del primer apéndice para tocar un primer objeto en un contenedor, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para agarrar el primer objeto en el contenedor. Generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca una parte del primer apéndice para tocar un primer objeto en un cajón, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para agarrar el primer objeto en el cajón. El segundo apéndice también puede transportar un sensor respectivo además del efector final respectivo transportado por el segundo apéndice, y el método puede incluir además: recibir información recogida por el sensor transportado por el segundo apéndice; y generar dinámicamente una pluralidad de segundos planes de movimiento actualizados basándose, al menos en parte, en la información recibida recogida por el sensor transportado por el segundo apéndice. El primer apéndice también puede transportar un efector final respectivo además del respectivo al menos un sensor transportado por el primer apéndice, y el método puede incluir además: generar dinámicamente una pluralidad de primeros planes de movimiento actualizados basándose, al menos en parte, en la información recibida recogida por al menos uno de los sensores transportados por el segundo apéndice, los primeros planes de movimiento actualizados que colocan el efector final respectivo transportado por el primer apéndice para acoplar físicamente un objeto en un entorno en cooperación con

el efector final respectivo del segundo apéndice. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer apéndice puede incluir generar un primer plan de movimiento que mueve además el primer apéndice entre al menos la respectiva segunda pose y una respectiva tercera pose dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices. El sistema robótico puede incluir al menos un tercer apéndice que transporta al menos uno de un sensor respectivo o un efector final respectivo, el tercer apéndice puede moverse dentro de un tercer volumen operativo, al menos una parte del tercer volumen operativo se superpone con al menos una parte de al menos uno de los volúmenes operativos primero o segundo de manera que los apéndices primero, segundo y tercero puedan colisionar físicamente entre sí, el método puede incluir: generar al menos un tercer plan de movimiento para un tercer apéndice que mueve el tercer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del tercer volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer, el segundo y el tercer apéndices; y hacer que el tercer apéndice se mueva según el tercer plan de movimiento. El sistema robótico puede realizar las acciones de forma autónoma.

Un sistema robótico se puede resumir como que incluye: un primer apéndice que transporta al menos un sensor y que es móvil dentro de un primer volumen operativo; al menos un segundo apéndice que transporta al menos un efector final y que es móvil dentro de un segundo volumen operativo, al menos una parte del segundo volumen operativo se superpone con al menos una parte del primer volumen operativo de manera que el primer y segundo apéndice son capaces de colisionar físicamente entre sí; al menos un procesador de planificación de movimiento; y al menos un medio legible por el procesador no transitorio que almacena al menos una de las instrucciones o datos ejecutables por el procesador que, cuando se ejecutan por el al menos un procesador de planificación de movimiento, hace que el al menos un procesador de planificación de movimiento: genere al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice que mueve el primer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices, la respectiva segunda pose que coloca al menos un sensor transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno; genere al menos un segundo plan de movimiento para el segundo apéndice que mueve el segundo apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del segundo volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices, la respectiva segunda pose en la que el efector final transportado por el segundo apéndice está colocado para acoplarse operativamente a un objeto dentro de la parte del entorno que es detectada por el al menos un sensor; haga que el primer apéndice se mueva según el primer plan de movimiento; reciba información recogida por el al menos un sensor transportado por el primer apéndice; y haga que el segundo apéndice se mueva según el segundo plan de movimiento.

Un método de funcionamiento en un sistema robótico que incluye un primer apéndice que transporta al menos un sensor y al menos un efector final, el primer apéndice móvil dentro de un primer volumen operativo, el método se puede resumir como que incluye: recibir información recogida por el al menos un sensor transportado por el primer apéndice; generar dinámicamente en una pluralidad de intervalos de tiempo sucesivos una pluralidad de planes de movimiento actualizados para el primer apéndice que mueve el primer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones basándose, al menos en parte, en la información recibida recogida por el al menos un sensor transportado por el primer apéndice; y hacer que el primer apéndice se mueva según los planes de movimiento generados dinámicamente para el primer apéndice.

Generar dinámicamente en una pluralidad de intervalos de tiempo sucesivos una pluralidad de planes de movimiento actualizados para el primer apéndice puede incluir generar dinámicamente la pluralidad de planes de movimiento actualizados para el primer apéndice mientras hace que el primer apéndice se mueva. El al menos un sensor transportado por el primer apéndice puede incluir al menos un sensor de imagen, y recibir información recogida por el al menos un sensor transportado por el primer apéndice puede incluir recibir información de la imagen. El al menos un sensor transportado por el primer apéndice puede incluir al menos un sensor de contacto, y recibir información recogida por el al menos un sensor transportado por el primer apéndice puede incluir recibir información de contacto. El al menos un sensor transportado por el primer apéndice puede incluir al menos un sensor capacitivo, y recibir información recogida por el al menos un sensor transportado por el primer apéndice puede incluir recibir información capacitiva. El al menos un sensor transportado por el primer apéndice puede incluir al menos un sensor de fuerza, y recibir información recogida por el al menos un sensor transportado por el primer apéndice puede incluir recibir información de fuerza. El al menos un sensor transportado por el primer apéndice puede incluir al menos un sensor de proximidad, y recibir información recogida por el al menos un sensor transportado por el primer apéndice puede incluir recibir información de proximidad. Generar dinámicamente en una pluralidad de intervalos de tiempo sucesivos una pluralidad de planes de movimiento actualizados para el primer apéndice puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca el efector final transportado por el primer apéndice para tocar un primer objeto en un entorno. Generar dinámicamente en una pluralidad de intervalos de tiempo sucesivos una pluralidad de planes de movimiento actualizados para el primer apéndice puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca una parte del primer apéndice para tocar un primer objeto en un contenedor. Generar dinámicamente en una pluralidad de intervalos de tiempo sucesivos una pluralidad de planes de movimiento actualizados para el primer apéndice puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca una parte del primer apéndice para tocar un primer objeto en un cajón. Generar dinámicamente en una pluralidad de intervalos de tiempo sucesivos una pluralidad de planes de movimiento actualizados para el primer apéndice puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca el efector final transportado por el primer apéndice para agarrar un primer

objeto en un cajón. Generar dinámicamente en una pluralidad de intervalos de tiempo sucesivos una pluralidad de planes de movimiento actualizados para el primer apéndice puede incluir generar un primer plan de movimiento que mueve además el primer apéndice entre al menos la respectiva segunda pose y una respectiva tercera pose dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices. El sistema robótico puede incluir además al menos un segundo apéndice, el segundo apéndice móvil dentro de un segundo volumen operativo, al menos una parte del segundo volumen operativo se superpone con al menos una parte del primer volumen operativo, de manera que el primer y el segundo apéndices son capaces de colisionar físicamente entre sí, el método puede incluir: generar dinámicamente en una pluralidad de intervalos de tiempo sucesivos una pluralidad de planes de movimiento actualizados para el segundo apéndice que mueve el segundo apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del segundo volumen operativo sin colisiones; y hacer que el segundo apéndice se mueva según los planes de movimiento actualizados generados dinámicamente para el segundo apéndice. El sistema robótico puede realizar las acciones de forma autónoma.

Un sistema robótico se puede resumir como que incluye: un primer apéndice que transporta al menos un sensor y al menos un efector final, y que es móvil dentro de un primer volumen operativo; al menos un procesador de planificación de movimiento; y al menos un medio legible por el procesador no transitorio que almacena al menos una de las instrucciones o datos ejecutables por el procesador que, cuando se ejecutan por el al menos un procesador de planificación de movimiento, hace que al menos un procesador de planificación de movimiento: reciba información recogida por el al menos un sensor transportado por el primer apéndice; genere dinámicamente en una pluralidad de intervalos de tiempo sucesivos una pluralidad de planes de movimiento actualizados para el primer apéndice que mueve el primer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones basándose, de al menos en parte, en la información recibida recogida por el al menos un sensor transportado por el primer apéndice; haga que el primer apéndice se mueva según los planes de movimiento generados dinámicamente para el primer apéndice.

Un método de funcionamiento en un sistema robótico para empaquetar artículos en cajas, el sistema robótico que incluye un primer apéndice y al menos un segundo apéndice, el primer y el segundo apéndices móviles dentro de un primer volumen operativo y un segundo volumen operativo, respectivamente, al menos una parte del segundo volumen operativo que se superpone con al menos una parte del primer volumen operativo de manera que los apéndices primero y segundo puedan colisionar físicamente entre sí, el método se puede resumir como que incluye: generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice que mueve el primer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices, la segunda pose que ubica una parte del primer apéndice al menos una por encima o dentro de una caja; generar al menos un segundo plan de movimiento para el segundo apéndice que mueve el segundo apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del segundo volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices; hacer que el primer apéndice se mueva según el primer plan de movimiento; y hacer que el segundo apéndice se mueva según el segundo plan de movimiento.

Generar un primer plan de movimiento y un segundo plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento y un segundo plan de movimiento en los que la segunda pose de al menos uno del primer apéndice o el segundo apéndice puede ser una pose en la que un artículo es transferible desde una parte de uno de los primer y segundo apéndices en la caja. Generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca una parte del primer apéndice para transferir el artículo a la caja, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para acoplar operativamente una parte de la caja. Generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca una parte del primer apéndice para transferir el artículo a la caja, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para acoplar operativamente una solapa de la caja. Generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la primera pose del primer apéndice coloca una parte del primer apéndice para acoplar operativamente un cajón en un entorno, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir recuperar el objeto de un contenedor y la segunda pose del primer apéndice coloca una parte del primer apéndice para colocar el artículo en la caja. El segundo apéndice puede transportar al menos un sensor, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca el al menos un sensor transportado por el segundo apéndice para detectar operativamente una parte de un interior de la caja, y generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca una parte del primer apéndice para transferir el artículo en el interior de la caja mientras el interior de la caja es detectado por al menos un sensor. El segundo apéndice puede transportar al menos un sensor de imagen, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca el al menos un sensor de imagen transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un interior de la caja, y generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca una parte del primer apéndice para transferir el artículo en el interior de la caja. Generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca una parte del primer apéndice para transferir el artículo a la caja, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la primera

pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para recuperar materiales de embalaje y la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para transferir el material de embalaje recuperado al interior de la caja. El método puede incluir además: generar un tercer plan de movimiento en el que una primera pose de al menos uno de los apéndices coloca al menos un apéndice para recuperar materiales de embalaje, una segunda pose de al menos uno de los apéndices coloca el al menos un apéndice para envolver un artículo, y una tercera pose de al menos uno de los apéndices coloca el al menos un apéndice para transferir el artículo envuelto al interior de la caja. El al menos un apéndice puede incluir dos o más apéndices, y el al menos un sensor puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad. El método puede incluir además: después de hacer que el primer apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y la respectiva segunda pose, generar al menos un primer plan de movimiento actualizado para el primer apéndice que mueve el primer apéndice entre una respectiva pose actual o respectiva pose esperada a la segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre los apéndices primero y segundo. El método puede incluir además: generar dinámicamente una pluralidad de primeros planes de movimiento actualizados mientras se hace que el primer apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y la respectiva segunda pose. El método puede incluir además: después de hacer que el primer apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y la respectiva segunda poses, generar al menos un primer plan de movimiento actualizado para el primer apéndice que mueve el primer apéndice entre una respectiva pose actual o respectiva pose esperada a la respectiva segunda pose dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices; y después de hacer que el segundo apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y la respectiva segunda pose, generar al menos un segundo plan de movimiento actualizado para el segundo apéndice que mueve el segundo apéndice entre una respectiva pose actual o respectiva pose esperada a la respectiva segunda pose dentro del segundo volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices. El sistema robótico puede incluir al menos un tercer apéndice que transporta al menos uno de un sensor respectivo o un efector final respectivo, el tercer apéndice puede moverse dentro de un tercer volumen operativo, al menos una parte del tercer volumen operativo se superpone con al menos una parte de al menos uno de los volúmenes operativos primero o segundo de manera que los apéndices primero, segundo y tercero puedan colisionar físicamente entre sí, el método puede incluir: generar al menos un tercer plan de movimiento para un tercer apéndice que mueve el tercer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del tercer volumen operativo sin colisiones al menos entre el primero, el segundo y el tercer apéndice; hacer que el tercer apéndice se mueva según el tercer plan de movimiento. El sistema robótico puede realizar las acciones de forma autónoma.

Un sistema robótico para empaquetar artículos en cajas, el sistema robótico se puede resumir como que incluye: un primer apéndice móvil dentro de un primer volumen operativo; un segundo apéndice móvil dentro de un segundo volumen operativo, al menos una parte del segundo volumen operativo se superpone con al menos una parte del primer volumen operativo de manera que el primer y segundo apéndice pueden colisionar físicamente entre sí; al menos un procesador de planificación de movimiento; y al menos un medio legible por el procesador no transitorio que almacena al menos una de las instrucciones o datos ejecutables por el procesador que, cuando se ejecutan por el al menos un procesador de planificación de movimiento, hace que al menos un procesador de planificación de movimiento: genere al menos un primer plan de movimiento para un primer apéndice que mueve el primer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices, la segunda pose que ubica una parte del primer apéndice en menos uno por encima o dentro de una caja; genere al menos un segundo plan de movimiento para un segundo apéndice que mueve el segundo apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del segundo volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices; haga que el primer apéndice se mueva según el primer plan de movimiento; y haga que el segundo apéndice se mueva según el segundo plan de movimiento.

Un método de funcionamiento en un sistema robótico para manejar el almacenamiento de estantes y la disposición de artículos en los estantes, el sistema robótico que incluye al menos un robot que transporta al menos un sensor, el método puede resumirse como que incluye: generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot del al menos un sistema robótico, el primer plan de movimiento que mueve al menos una parte del primer robot entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva con respecto a un primer conjunto de estantes para detectar al menos una de una cantidad y disposición de artículos en los estantes; hacer que la al menos una parte del primer robot se mueva según el primer plan de movimiento; y capturar sucesivamente información que representa el almacenamiento y la disposición de los artículos en los estantes en al menos una de la primera pose, la segunda pose o una pose intermedia entre la primera y la segunda pose.

El primer robot puede ser un robot autopropulsado, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el robot autopropulsado con respecto a un pasillo a lo largo del cual se extiende el primer juego de estantes. El al menos un sensor transportado por el robot autopropulsado puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más

sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad montados en una parte del robot autopropulsado que no es un apéndice, y capturar sucesivamente información que representa un almacenamiento y disposición de los artículos en los estantes puede incluir capturar la información a través de una o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad. El método puede incluir además: capturar sucesivamente información que representa un volumen operativo del espacio de un pasillo a lo largo del cual se extiende el primer conjunto de estantes, y en donde generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el robot autopropulsado con respecto a un pasillo que minimiza un riesgo de colisión con objetos en el pasillo. El método puede incluir además: capturar sucesivamente información que representa un volumen operativo del espacio de un pasillo a lo largo del cual se extiende el primer conjunto de estantes, y en donde generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el robot autopropulsado con respecto a un pasillo que detiene el robot autopropulsado si se detecta un objeto similar a un humano en la trayectoria del robot autopropulsado. El método puede incluir además: capturar sucesivamente información que representa un volumen operativo del espacio de un pasillo a lo largo del cual se extiende el primer conjunto de estantes, y en donde generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el robot autopropulsado con respecto a un pasillo que cambia la trayectoria del robot autopropulsado para evitar un objeto similar a un humano que se detecta en la trayectoria del robot autopropulsado, sin detener un movimiento del robot autopropulsado. El primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un sensor, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice con respecto al primer juego de estantes. El al menos un apéndice puede transportar al menos uno del al menos un sensor, y el al menos un sensor puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad, y capturar sucesivamente información que representa un almacenamiento y disposición de artículos en estantes puede incluir capturar la información a través de una o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad. El primer robot puede incluir un segundo apéndice con al menos una articulación, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto al primer conjunto de estantes. El segundo apéndice puede transportar al menos un sensor, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto a un segundo conjunto de estantes que se extienden a lo largo del pasillo. El al menos un sensor transportado por el segundo apéndice puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad, y capturar sucesivamente información que representa un almacenamiento y disposición de artículos en los estantes puede incluir capturar la información a través de uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad. El segundo apéndice puede transportar al menos un efector final y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto al primer conjunto de estantes que se extienden a lo largo del pasillo. El segundo apéndice puede transportar al menos un efector final y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto a un segundo conjunto de estantes que se extienden a lo largo del pasillo. El al menos un efector final puede incluir una pinza, un gancho o una garra, y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto al primer conjunto de estantes que se extienden a lo largo del pasillo. El al menos un efector final puede incluir una pinza, un gancho o una garra, y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto a un segundo conjunto de estantes que se extienden a lo largo del pasillo. Generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice entre una primera pose y una segunda pose, la primera pose que coloca y orienta el segundo apéndice para recuperar un artículo de un suministro de artículos para reponer un estante del primer conjunto de estantes y la segunda pose que coloca y orienta el segundo apéndice para colocar el artículo recuperado en el estante del primer conjunto de estantes. Generar al menos un

segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice entre una primera pose y una segunda pose, la primera pose que coloca y orienta el segundo apéndice para acoplarse operativamente uno o más artículos en un estante del primer juego de estantes y la segunda pose que coloca y orienta el segundo apéndice para recolocar uno o más artículos acoplados operativamente en el estante del primer juego de estantes. Generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice entre una primera pose y una segunda pose, la primera pose que coloca y orienta el segundo apéndice para recuperar un artículo de un estante del primer juego de estantes y la segunda pose que coloca y orienta el segundo apéndice para colocar el artículo recuperado en un segundo estante del primer juego de estantes. Generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice entre una primera pose y una segunda pose, la primera pose que coloca y orienta el segundo apéndice para recuperar un artículo de un estante del primer conjunto de estantes y la segunda pose que coloca y orienta el segundo apéndice para colocar el artículo recuperado en un contenedor transportado por el primer robot. El método puede incluir además generar al menos un tercer plan de movimiento para el primer robot que especifica una trayectoria para el segundo apéndice entre una tercera pose y una cuarta pose, la tercera pose que coloca y orienta el segundo apéndice para recuperar el artículo del contenedor transportado por el primer robot y la segunda pose que coloca y orienta el segundo apéndice para colocar el artículo recuperado del contenedor en un estante de un segundo conjunto de estantes, el segundo conjunto de estantes que excluye el primer juego de estantes. El primer robot es un robot autopropulsado, el método puede incluir además: generar al menos un cuarto plan de movimiento para el robot autopropulsado que especifica una trayectoria para el robot autopropulsado entre el primer conjunto de estantes y el segundo conjunto de estantes; y hacer que el robot autopropulsado atraviese la trayectoria definida por el cuarto plan de movimiento; posteriormente, hacer que el segundo apéndice se mueva a lo largo de la trayectoria definida por el tercer plan de movimiento. El método puede incluir además: hacer que el segundo apéndice se mueva según el segundo plan de movimiento. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot del al menos un robot puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento. El sistema robótico puede realizar las acciones de forma autónoma.

Un sistema robótico para manejar el almacenamiento en estantes y la disposición de artículos en los estantes se puede resumir como que incluye: al menos un robot; al menos un sensor, el al menos un sensor transportado por ese al menos un robot; al menos un procesador de planificación de movimiento; y al menos un medio legible por el procesador no transitorio que almacena al menos una de las instrucciones o datos ejecutables por el procesador que, cuando se ejecutan por el al menos un procesador de planificación de movimiento, hace que el al menos un procesador de planificación de movimiento: genere al menos un primer plan de movimiento para el al menos un robot, el primer plan de movimiento que mueve el primer robot entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva con respecto a un primer conjunto de estantes para detectar al menos uno de una cantidad y disposición de artículos en los estantes; haga que el al menos un robot se mueva según el primer plan de movimiento; y capture sucesivamente información que represente el almacenamiento y la disposición de los artículos en los estantes en al menos una de la primera pose, la segunda pose o una pose intermedia entre la primera y la segunda pose.

Un método de funcionamiento en un sistema robótico para manejar equipaje, el sistema robótico que incluye al menos un robot y al menos un sensor, el método puede resumirse como que incluye: recibir información que representa un entorno que incluye una pluralidad de piezas de equipaje; generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot del al menos un robot, el primer plan de movimiento que mueve al menos una parte del primer robot entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva con respecto a la pluralidad de piezas de equipaje; y hacer que al menos una parte del primer robot se mueva según el primer plan de movimiento.

El primer robot puede ser un robot autopropulsado, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el robot autopropulsado con respecto a las piezas de equipaje. El al menos un sensor transportado por el robot autopropulsado puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo (IR) cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad montados en una parte del robot autopropulsado que no es un apéndice, y recibir información que representa un entorno que incluye una pluralidad de piezas de equipaje puede incluir recibir la información a través de una o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para al menos la parte del primer robot con respecto al entorno que minimiza un riesgo de colisión con objetos en el entorno. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para al menos la parte del primer robot con respecto al primer entorno que detiene la al menos la parte del primer robot si se detecta un objeto similar a un humano en la trayectoria del robot autopropulsado. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento

que especifica una trayectoria para la al menos la parte del primer robot que cambia la trayectoria de la al menos la parte del primer robot para evitar un objeto similar a un humano que se detecta en la trayectoria de la al menos la parte del robot, sin detener un movimiento de la al menos la parte del primer robot. El primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un sensor, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice con respecto a al menos una pieza de equipaje de la pluralidad de piezas de equipaje. El al menos un apéndice puede transportar al menos uno del al menos un sensor, y el al menos un sensor puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad, y recibir información que representa un entorno que incluye una pluralidad de piezas de equipaje puede incluir recibir la información a través de uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos sensores, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad. El entorno puede incluir al menos un transportador, y el primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un sensor, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice con respecto al al menos un transportador o pieza de equipaje de la pluralidad de piezas de equipaje. El entorno puede incluir al menos un transportador, y el primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un sensor, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para que el primer apéndice recoja una primera pieza de equipaje de la pluralidad de piezas de equipaje y coloque la pieza de equipaje recogida en un primer transportador del al menos un transportador. El entorno puede incluir al menos un transportador, y el primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un sensor, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice para recoger una primera pieza de equipaje de la pluralidad de piezas de equipaje desde un primer transportador del al menos un transportador. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para que el primer apéndice deposite la primera pieza de equipaje de la pluralidad de piezas de equipaje en una ubicación definida. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para que el primer apéndice deposite la primera pieza de equipaje de la pluralidad de piezas de equipaje en un segundo transportador del al menos un transportador, el segundo transportador que es un transportador diferente del primer transportador y desconectado del mismo. Generar un primer plan de movimiento puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice, primero para recuperar la primera pieza de equipaje de la pluralidad de piezas de equipaje de un primer transportador y segundo para depositar la primera pieza de equipaje en el segundo transportador. Generar un primer plan de movimiento puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice, primero para recuperar la primera pieza de equipaje de la pluralidad de piezas de equipaje del primer transportador, haciendo coincidir una primera velocidad del primer transportador, y segundo para depositar la primera pieza de equipaje en el segundo transportador, haciendo coincidir una segunda velocidad del segundo transportador, la segunda velocidad que es diferente de la primera velocidad. El primer robot puede incluir un segundo apéndice con al menos una articulación, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto a al menos una pieza de equipaje de la pluralidad de piezas de equipaje. El segundo apéndice puede transportar al menos un sensor, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto a al menos una pieza de equipaje de la pluralidad de piezas de equipaje o un transportador. El al menos un sensor transportado por el segundo apéndice puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad, y recibir información que representa un almacenamiento y la disposición de los artículos en los estantes puede incluir recibir la información a través de uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad. El segundo apéndice puede transportar al menos un efector final, y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto a al menos una pieza de equipaje de la pluralidad de piezas de equipaje. El segundo apéndice puede transportar al menos un efector final, y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto a al menos un transportador o carro portaequipajes. El al menos un efector final puede incluir una pinza, un gancho o una garra, y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un

segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice para al menos una pieza de equipaje de la pluralidad de piezas de equipaje. El al menos un efector final puede incluir una pinza, un gancho o una garra, y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto a un transportador de equipaje. Generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice entre una primera pose y una segunda pose, la primera pose que coloca y orienta el segundo apéndice para recuperar una pieza de equipaje de una primera área y la segunda pose que coloca y orienta el segundo apéndice para colocar la pieza de equipaje recuperada en una segunda área, la segunda área separada de la primera área. Generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice entre una primera pose y una segunda pose, la primera pose que coloca y orienta el segundo apéndice para recuperar una pieza de equipaje de una primera área y la segunda pose que coloca y orienta el segundo apéndice para colocar la pieza de equipaje recuperada en un transportador de equipaje. Generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice entre una primera pose y una segunda pose, la primera pose que coloca y orienta el segundo apéndice para recuperar una pieza de equipaje de un transportador y la segunda pose que coloca y orienta el segundo apéndice para colocar la pieza de equipaje recuperada en un área que no es un transportador. Generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice entre una primera pose y una segunda pose, la primera pose que coloca y orienta el segundo apéndice para recuperar una pieza de equipaje de un transportador y la segunda pose que coloca y orienta el segundo apéndice para colocar la pieza de equipaje recuperada en un carro portaequipajes. Generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice entre una primera pose y una segunda pose, la primera pose que coloca y orienta el segundo apéndice para recuperar una pieza de equipaje de un carro portaequipajes y la segunda pose que coloca y orienta el segundo apéndice para colocar la pieza de equipaje recuperada en un transportador de equipaje. Generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice entre una primera pose y una segunda pose, la primera pose que coloca y orienta el segundo apéndice para recuperar una pieza de equipaje de un primer transportador y la segunda pose que coloca y orienta el segundo apéndice para colocar la pieza de equipaje recuperada en un segundo transportador, el segundo transportador diferente del primer transportador. El método puede incluir además: generar al menos un tercer plan de movimiento para el primer robot que especifica una trayectoria para el segundo apéndice entre una tercera pose y una cuarta pose, la tercera pose que coloca y orienta el segundo apéndice para recuperar el equipaje de un primer carro portaequipajes y la cuarta pose que coloca y orienta el segundo apéndice para colocar el equipaje recuperado en un segundo carro portaequipajes. El primer robot puede ser un robot autopropulsado, el método puede incluir además: generar al menos un cuarto plan de movimiento para el robot autopropulsado que especifica una trayectoria para el robot autopropulsado a través de al menos una parte del entorno; y hacer que el robot autopropulsado recorra la trayectoria definida por el cuarto plan de movimiento; posteriormente, hacer que el segundo apéndice se mueva a lo largo de la trayectoria definida por el tercer plan de movimiento. El método puede incluir además: hacer que el segundo apéndice se mueva según el segundo plan de movimiento. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot del al menos un robot puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot del al menos un robot puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento. El sistema robótico puede realizar las acciones de forma autónoma.

Un sistema robótico para manejar equipaje se puede resumir como que incluye: al menos un robot, que incluye un primer robot; al menos un sensor; al menos un procesador de planificación de movimiento; y al menos un medio legible por el procesador no transitorio que almacena al menos una de las instrucciones o datos ejecutables por el procesador que, cuando se ejecutan por el al menos un procesador de planificación de movimiento, hace que al menos un procesador de planificación de movimiento: reciba información que representa un entorno que incluye una pluralidad de piezas de equipaje; genere al menos un primer plan de movimiento para un primer robot del al menos un robot, el primer plan de movimiento que mueve al menos una parte del primer robot entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva con respecto a la pluralidad de piezas de equipaje; y haga que al menos una parte del primer robot se mueva según el primer plan de movimiento.

Un método de funcionamiento en un sistema robótico para manejar materiales para reciclar, el sistema robótico que incluye al menos un robot y al menos un sensor, el método puede resumirse como que incluye: recibir información que representa un entorno que incluye una pluralidad de piezas de materiales para reciclar; generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot del al menos un robot, el primer plan de movimiento que mueve al menos una parte del primer robot entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva con respecto a la pluralidad de piezas de materiales para reciclar; y hacer que al menos una parte del primer robot se mueva según el primer plan de movimiento.

El primer robot puede ser un robot autopropulsado, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el robot

autopropulsado con respecto a las piezas de material para reciclar. El al menos un sensor transportado por el robot autopropulsado puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, uno o más sensores magnéticos o de metales ferrosos, y/o uno o más sensores de proximidad montados en una parte del robot autopropulsado que no es un apéndice, y recibir información que representa un entorno que incluye una pluralidad de piezas de materiales para reciclar puede incluir recibir la información a través de uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, uno o más sensores magnéticos o de metales ferrosos y/o uno o más sensores de proximidad. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para al menos la parte del primer robot con respecto al entorno que minimice un riesgo de colisión con objetos en el entorno. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para al menos la parte del primer robot con respecto al primer entorno que detiene la al menos la parte del primer robot si se detecta un objeto similar a un humano en la trayectoria del robot autopropulsado. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para la al menos la parte del primer robot que cambia la trayectoria de la al menos la parte del primer robot para evitar un objeto similar a un humano que se detecta en la trayectoria de la al menos la parte del robot, sin detener un movimiento de la al menos la parte del primer robot. El primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un sensor, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice con respecto a al menos una pieza de material de la pluralidad de piezas de material para reciclar. El al menos un apéndice puede transportar al menos uno de los al menos un sensor, y el al menos un sensor puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, uno o más sensores magnéticos o de metales ferrosos y, o, uno o más sensores de proximidad, y recibir información que representa un entorno que incluye una pluralidad de piezas de material para reciclar puede incluir recibir la información a través de uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, uno o más sensores magnéticos o de metales ferrosos y, o, uno o más sensores de proximidad. El entorno puede incluir al menos un transportador, y el primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un sensor, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice con respecto al al menos un transportador o una pieza de material de la pluralidad de piezas de material para reciclar. El entorno puede incluir al menos un transportador, y el primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un sensor, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para que el primer apéndice recoja una primera pieza de material de la pluralidad de piezas de material para reciclar y coloque la pieza de material recogida en un primer transportador del al menos un transportador. El entorno puede incluir al menos un transportador, y el primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un sensor, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice para recoger una primera pieza de material de la pluralidad de piezas de material para reciclar desde un primer transportador del al menos un transportador. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para que el primer apéndice deposite la primera pieza de material de la pluralidad de piezas de material para reciclar en un segundo transportador del al menos un transportador, el segundo transportador que es un transportador diferente del primer transportador y desconectado del mismo. Generar un primer plan de movimiento puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice, primero para recuperar la primera pieza de material de la pluralidad de piezas de material para reciclar desde un primer transportador y segundo para depositar la primera pieza de material en el segundo transportador. Generar un primer plan de movimiento puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para que el primer apéndice recupere primero la primera pieza de material de la pluralidad de piezas de material para reciclar del primer transportador, haciendo coincidir una primera velocidad del primer transportador, y segundo para depositar la primera pieza de material sobre el segundo transportador, haciendo coincidir una segunda velocidad del segundo transportador, la segunda velocidad que es diferente de la primera velocidad. El primer robot puede incluir un segundo apéndice con al menos una articulación, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto a al menos una pieza de material de la pluralidad de piezas de material para reciclar. El segundo

apéndice puede transportar al menos un sensor, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto a al menos una pieza de material de la pluralidad de piezas de material para reciclar o un transportador. El al menos un sensor transportado por el segundo apéndice puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, uno o más sensores magnéticos o de metales ferrosos y, o, uno o más sensores de proximidad, y recibir información que representa un entorno que incluye una pluralidad de piezas de materiales para reciclar puede incluir recibir la información a través de uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, uno o más sensores magnéticos o de metales ferrosos y, o, uno o más sensores de proximidad. El segundo apéndice puede transportar al menos un efector final, y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto a al menos una pieza de material de la pluralidad de piezas de material para reciclar. El segundo apéndice puede transportar al menos un efector final, y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto a al menos un transportador o contenedor o palé. El al menos un efector final puede incluir una pinza, un gancho o una garra, y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice para al menos una pieza de material de la pluralidad de piezas de material para reciclar. El al menos un efector final puede incluir una pinza, un gancho o una garra, y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto a un transportador. Generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice entre una primera pose y una segunda pose, la primera pose que coloca y orienta el segundo apéndice para recuperar una pieza de material de una primera área y la segunda pose que coloca y orienta el segundo apéndice para colocar la pieza recuperada de material en una segunda área, la segunda área separada de la primera área. Generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice entre una primera pose y una segunda pose, la primera pose que coloca y orienta el segundo apéndice para recuperar una pieza de material de una primera área y la segunda pose que coloca y orienta el segundo apéndice para colocar la pieza de material recuperada en un transportador. Generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice entre una primera pose y una segunda pose, la primera pose que coloca y orienta el segundo apéndice para recuperar una pieza de material de una primera área y la segunda pose que coloca y orienta el segundo apéndice para colocar la pieza de material recuperada en un área que no es un transportador. Generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice entre una primera pose y una segunda pose, la primera pose que coloca y orienta el segundo apéndice para recuperar una pieza de material de un transportador y la segunda pose que coloca y orienta el segundo apéndice para colocar la pieza de material recuperada en un contenedor o en un palé. Generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice entre una primera pose y una segunda pose, la primera pose que coloca y orienta el segundo apéndice para recuperar una pieza de material de un contenedor o palé y la segunda pose que coloca y orienta el segundo apéndice para colocar la pieza de material recuperada en un transportador. Generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice entre una primera pose y una segunda pose, la primera pose que coloca y orienta el segundo apéndice para recuperar una pieza de material de un primer transportador y la segunda pose que coloca y orienta el segundo apéndice para colocar la pieza de material recuperada en un segundo transportador, el segundo transportador diferente del primer transportador. El método puede incluir además: generar al menos un tercer plan de movimiento para el primer robot que especifica una trayectoria para el segundo apéndice entre una tercera pose y una cuarta pose, la tercera pose que coloca y orienta el segundo apéndice para recuperar el artículo de un primer contenedor o palé y la segunda pose que coloca y orienta el segundo apéndice para colocar la pieza de material recuperada en un segundo contenedor o sobre un segundo palé. El primer robot puede ser un robot autopropulsado, el método puede incluir además: generar al menos un cuarto plan de movimiento para el robot autopropulsado que especifica una trayectoria para el robot autopropulsado a través de al menos una parte del entorno; y hacer que el robot autopropulsado recorra la trayectoria definida por el cuarto plan de movimiento; posteriormente, hacer que el segundo apéndice se mueva a lo largo de la trayectoria definida por el tercer plan de movimiento. El método puede incluir además: hacer que el segundo apéndice se mueva según el segundo plan de movimiento. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot del al menos un robot puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento. El sistema robótico puede realizar las acciones de forma autónoma.

Un sistema robótico para manejar materiales para reciclar se puede resumir como que incluye: al menos un robot, que incluye un primer robot; al menos un sensor; al menos un procesador de planificación de movimiento; y al menos un

medio legible por el procesador no transitorio que almacena al menos una de las instrucciones o datos ejecutables por el procesador que, cuando se ejecutan por el al menos un procesador de planificación de movimiento, hace que al menos un procesador de planificación de movimiento: reciba información que representa un entorno que incluye una pluralidad de piezas de materiales para reciclar; genere al menos un primer plan de movimiento para un primer robot del al menos un robot, el primer plan de movimiento que mueve al menos una parte del primer robot entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva con respecto a la pluralidad de piezas de materiales para reciclar; y haga que al menos una parte del primer robot se mueva según el primer plan de movimiento.

Un método de funcionamiento en un sistema médico robótico, el sistema médico robótico que incluye al menos un robot y al menos un sensor, el método puede resumirse como que incluye: recibir información que representa un entorno que incluye tejido corporal; generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot del al menos un robot, el primer plan de movimiento mueve al menos una parte del primer robot entre al menos una respectiva primera pose y una respectiva segunda pose con respecto al tejido corporal; y hacer que al menos una parte del primer robot se mueva según el primer plan de movimiento.

El primer robot puede ser un robot autopropulsado y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el robot autopropulsado con respecto al tejido corporal. El al menos un sensor transportado por el robot autopropulsado puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, uno o más sensores magnéticos o de metales ferrosos y, o, uno o más sensores de proximidad montados en una parte del robot autopropulsado que no es un apéndice, y recibir información que representa el entorno que incluye el tejido corporal puede incluir recibir la información a través de uno o más de: una o más cámaras, una o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, uno o más sensores magnéticos o de metales ferrosos, y, o, uno o más sensores de proximidad. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para al menos la parte del primer robot con respecto al entorno que minimiza un riesgo de colisión con objetos en el entorno. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para la al menos la parte del primer robot con respecto al primer entorno que detiene la al menos la parte del primer robot si se detecta un objeto similar a un humano que no sea un paciente o sujeto en la trayectoria del robot autopropulsado. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para la al menos la parte del primer robot que cambia la trayectoria de la al menos la parte del primer robot para evitar un objeto similar a un ser humano distinto de un paciente o sujeto que se detecta en la trayectoria de la al menos la parte del robot, sin detener un movimiento de la al menos la parte del primer robot. El primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un sensor, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice con respecto a al menos una pieza de tejido corporal. El al menos un apéndice puede transportar al menos uno del al menos un sensor, y el al menos un sensor puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, uno o más sensores magnéticos o de metales ferrosos y, o, uno o más sensores de proximidad, y recibir información que representa un entorno que incluye tejido corporal puede incluir recibir la información a través de uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza sensores, uno o más sensores de movimiento, uno o más sensores magnéticos o de metales ferrosos y, o, uno o más sensores de proximidad. El primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un instrumento médico, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice con respecto al tejido corporal. El primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos una herramienta quirúrgica, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice para colocar la herramienta quirúrgica con respecto al tejido corporal. El primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos una aguja de biopsia, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice para colocar la aguja de biopsia con respecto al tejido corporal. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice para colocar una herramienta quirúrgica que tiene al menos una parte flexible o deformable en una ubicación definida dentro del tejido corporal. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice para colocar una aguja de biopsia que tiene al

menos una parte flexible en una ubicación definida dentro del tejido corporal y hacer que la aguja de biopsia capture una muestra del tejido corporal en la ubicación definida. Generar un primer plan de movimiento puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice, primero para colocar una aguja de biopsia que tenga al menos una parte flexible en una ubicación definida dentro del tejido corporal, luego para hacer que la aguja de biopsia capture una muestra del tejido corporal en la ubicación definida y luego recupere la muestra capturada de tejido corporal de la ubicación definida. El primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un instrumento quirúrgico de corte, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice para colocar el al menos un instrumento de corte quirúrgico en una posición para iniciar un corte en el tejido corporal, para luego cortar una parte del tejido corporal, y luego retirarse del tejido corporal. El primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un instrumento quirúrgico de corte, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice para colocar el al menos un instrumento de corte quirúrgico en una posición para iniciar un corte en el tejido corporal teniendo en cuenta la profundidad de corte del instrumento de corte quirúrgico, y luego cortar una parte del tejido corporal. El primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un instrumento quirúrgico de corte sin contacto que emite un haz de energía, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice para colocar el al menos un instrumento quirúrgico de corte en una posición definida con respecto al tejido corporal y que dirige el haz de energía. El primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un instrumento quirúrgico de corte, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice para colocar el al menos un instrumento quirúrgico de corte en una posición definida con respecto al tejido corporal teniendo en cuenta un movimiento de al menos un órgano. El primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un instrumento quirúrgico de corte, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir predecir un movimiento de al menos un órgano; y generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice para colocar el al menos un instrumento quirúrgico de corte en una posición definida con respecto al tejido corporal teniendo en cuenta el movimiento previsto de al menos un órgano. Generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice para colocar al menos un instrumento quirúrgico de corte en una posición definida con respecto al tejido corporal teniendo en cuenta un movimiento de al menos un órgano puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice para colocar el al menos un instrumento quirúrgico de corte en una posición definida con respecto al tejido corporal teniendo en cuenta un movimiento de al menos uno de un corazón o diafragma o pulmones. El primer apéndice puede transportar al menos un instrumento quirúrgico que responda al menos una característica física del tejido corporal, y el método puede incluir además: detectar la al menos una característica física del tejido corporal a través del al menos un instrumento quirúrgico, y recibir información que representa un entorno que incluye tejido corporal puede incluir recibir información que representa la al menos una característica física del tejido corporal a través del al menos un instrumento quirúrgico transportado por el primer apéndice. Generar un primer plan de movimiento puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice, primero para colocar un primer instrumento con respecto al tejido corporal, la primera trayectoria incluye un número de rotaciones de al menos una parte del primer instrumento a medida que el primer instrumento pasa a través de al menos una parte del tejido corporal. El primer robot puede incluir un segundo apéndice con al menos una articulación, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto al tejido corporal. El segundo apéndice puede transportar al menos un sensor y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto al tejido corporal. El al menos un sensor transportado por el segundo apéndice puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, uno o más sensores magnéticos o de metales ferrosos y, o, uno o más sensores de proximidad, y recibir información que representa el entorno que incluye tejido corporal puede incluir recibir la información a través de uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, uno o más sensores magnéticos o sensores de metales ferrosos, y, o, uno o más sensores de proximidad. El primer robot puede incluir un segundo apéndice con al menos una articulación, y el segundo apéndice transporta al menos un efector final, y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto al tejido corporal. El primer robot puede incluir un segundo apéndice con al menos una articulación, y el segundo apéndice transporta al menos un instrumento quirúrgico, y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto al tejido corporal. El instrumento quirúrgico puede ser una aguja de biopsia y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo

apéndice para colocar la aguja de biopsia en una ubicación definida dentro del tejido corporal. Recibir información que representa un entorno que incluye tejido corporal puede incluir recibir información que representa una característica física de una o más partes de tejido corporal, y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto al tejido corporal basándose, al menos en parte, en información que representa la característica física de una o más partes de tejido corporal. Recibir información que representa un entorno que incluye tejido corporal puede incluir recibir información que representa una característica física de una o más partes de tejido corporal, y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice entre una primera pose y una segunda pose basándose en la característica física de una o más partes de tejido corporal, la primera pose que coloca y orienta el segundo apéndice para recuperar una pieza de material de una primera área y la segunda pose que coloca y orienta el segundo apéndice para colocar la pieza de material recuperada en una segunda área, la segunda área separada de la primera área. El primer robot es un robot autopropulsado, el método puede incluir además: generar al menos un plan de movimiento para el robot autopropulsado que especifica una trayectoria para el robot autopropulsado a través de al menos una parte del entorno; y hacer que el robot autopropulsado atraviese la trayectoria definida por el al menos un plan de movimiento generado. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot del al menos un robot puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento. El sistema médico robótico puede realizar las acciones de forma autónoma.

Un sistema médico robótico se puede resumir como que incluye: al menos un robot, que incluye un primer robot; al menos un sensor; al menos un procesador de planificación de movimiento; y al menos un medio legible por el procesador no transitorio que almacena al menos una de las instrucciones o datos ejecutables por el procesador que, cuando se ejecutan por el al menos un procesador de planificación de movimiento, hace que al menos un procesador de planificación de movimiento: reciba información que representa un entorno que incluye tejido corporal; genere al menos un primer plan de movimiento para un primer robot del al menos un robot, el primer plan de movimiento que mueve al menos una parte del primer robot entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva con respecto al tejido corporal; y hacer que la al menos una parte del primer robot se mueva según el primer plan de movimiento.

Un método de funcionamiento en un sistema médico robótico, el sistema médico robótico que incluye al menos un robot y al menos un sensor, el al menos un robot que incluye al menos una fuente que puede funcionar para emitir al menos un haz de energía, el método puede resumirse como que incluye: recibir información del al menos un sensor, la información que representa un entorno que incluye tejido corporal; generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot del al menos un robot, el primer plan de movimiento define una trayectoria para el haz de energía emitido por la al menos una fuente; y hacer que el haz de energía interactúe con el tejido corporal a lo largo de la trayectoria definida.

El primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos un cabezal a través del cual se emite el haz de energía, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice con respecto al tejido corporal. El primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un instrumento quirúrgico de corte que emite el haz de energía, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice para colocar el al menos un instrumento de corte quirúrgico en una posición definida con respecto al tejido corporal y que dirige el haz de energía. El primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un instrumento quirúrgico de corte que emite el haz de energía, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice para colocar el al menos un instrumento de corte quirúrgico en una posición definida con respecto al tejido corporal teniendo en cuenta un movimiento de al menos un órgano. El primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un instrumento quirúrgico de corte que emite el haz de energía, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir predecir un movimiento de al menos un órgano; y generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice para colocar el al menos un instrumento quirúrgico de corte en una posición definida con respecto al tejido corporal teniendo en cuenta el movimiento previsto de al menos un órgano. Generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice para colocar el al menos un instrumento quirúrgico de corte que emite el haz de energía en una posición definida relativa al tejido corporal teniendo en cuenta un movimiento de al menos un órgano puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice para colocar el al menos un instrumento quirúrgico de corte en una posición definida con respecto al tejido corporal teniendo en cuenta un movimiento de al menos uno de un corazón o diafragma o pulmones a lo largo del tiempo. El primer apéndice puede transportar al menos un instrumento quirúrgico que responda a al menos una característica física del tejido corporal, y el método puede incluir además: detectar al menos una característica física del tejido corporal a través del al menos un instrumento quirúrgico, y recibir información que representa un entorno que incluye tejido corporal puede incluir recibir información que representa la al menos una característica física del tejido corporal a través del al menos un instrumento quirúrgico transportado por el primer apéndice. El primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un sensor, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un

primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice con respecto a al menos una pieza de tejido corporal. El al menos un apéndice puede transportar al menos uno de los al menos un sensor, y el al menos un sensor puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, uno o más sensores magnéticos o de metales ferrosos y, o, uno o más sensores de proximidad, y recibir información que representa un entorno que incluye tejido corporal puede incluir recibir la información a través de uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza sensores, uno o más sensores de movimiento, uno o más sensores magnéticos o de metales ferrosos y, o, uno o más sensores de proximidad. El primer robot puede incluir un segundo apéndice con al menos una articulación, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto al tejido corporal. El segundo apéndice puede transportar al menos un sensor y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto al tejido corporal. El al menos un sensor transportado por el segundo apéndice puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonidos, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, uno o más sensores magnéticos o de metales ferrosos, y, o, uno o más sensores de proximidad, y que reciben información que representa el entorno que incluye tejido corporal puede incluir recibir la información a través de uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, uno o más sensores magnéticos o de metales ferrosos, y, o, uno o más sensores de proximidad. El segundo apéndice puede transportar al menos un efector final y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto al tejido corporal y que no colisione con el primer apéndice. El segundo apéndice puede transportar al menos un instrumento quirúrgico, y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto al tejido corporal y que no colisione con el primer apéndice. El segundo apéndice puede transportar al menos un objetivo, y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto al tejido corporal y que no colisione con el primer apéndice. El primer robot es un robot autopropulsado y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el robot autopropulsado con respecto al tejido corporal. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot del al menos un robot puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento. El sistema médico robótico puede realizar las acciones de forma autónoma.

Un sistema médico robótico se puede resumir como que incluye: al menos un robot, que incluye un primer robot que incluye al menos una fuente que puede funcionar para emitir al menos un haz de energía; al menos un sensor; al menos un procesador de planificación de movimiento; y al menos un medio legible por el procesador no transitorio que almacena al menos una de las instrucciones o datos ejecutables por el procesador que, cuando se ejecutan por el al menos un procesador de planificación de movimiento, hace que al menos un procesador de planificación de movimiento: reciba información que representa un entorno que incluye tejido corporal; genere al menos un primer plan de movimiento para un primer robot del al menos un robot, el primer plan de movimiento define una trayectoria para el haz de energía emitido por al menos una fuente; y haga que el haz de energía interactúe con el tejido corporal a lo largo de la trayectoria definida.

Un método de funcionamiento en un sistema dental robótico, el sistema dental robótico que incluye al menos un robot y al menos un sensor, el método puede resumirse como que incluye: recibir información que representa un entorno que incluye uno o más de: encías y un número de dientes en la boca; generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot del al menos un robot, el primer plan de movimiento que mueve al menos una parte del primer robot entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva con respecto al número de dientes; y hacer que al menos una parte del primer robot se mueva según el primer plan de movimiento.

El primer robot puede ser un robot autopropulsado, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el robot autopropulsado con respecto al número de dientes. El al menos un sensor puede ser transportado por el robot autopropulsado y puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, uno o más sensores magnéticos o de metales ferrosos,

y, o, uno o más sensores de proximidad montados en una parte del robot autopropulsado que no es un apéndice, y recibir información que representa el entorno que incluye uno o más de: encías y un número de dientes puede incluir recibir la información a través de uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, uno o más sensores magnéticos o de metales ferrosos, y, o, uno o más sensores de proximidad. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para al menos la parte del primer robot con respecto al entorno que minimiza un riesgo de colisión con objetos en el entorno. El primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un sensor, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice con respecto a al menos una pieza de un número de dientes. El al menos un apéndice puede transportar al menos uno del al menos un sensor, y el al menos un sensor puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, uno o más sensores magnéticos o de metales ferrosos y, o, uno o más sensores de proximidad, y recibir información que representa un entorno que incluye un número de dientes puede incluir recibir la información a través de uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, uno o más sensores magnéticos o de metales ferrosos y, o, uno o más sensores de proximidad. El primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un instrumento dental, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice con respecto al número de dientes para ubicar el instrumento dental con respecto a al menos un diente. El primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un taladro dental, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice para colocar el taladro dental con respecto a al menos un diente. El primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un pulidor dental, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice para colocar el pulidor dental con respecto al número de dientes. El primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos una fuente de luz ultravioleta, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice para colocar la al menos una fuente de luz ultravioleta con respecto al número de dientes. El primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos una fuente de rayos X, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice para colocar la al menos una fuente de rayos X con respecto al número de dientes. El primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un sensor, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice para colocar el al menos un sensor de imágenes con respecto al número de dientes. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice para colocar un instrumento dental que tiene al menos una parte flexible o deformable en una ubicación definida con respecto a al menos uno de los dientes. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice para colocar una aguja en una ubicación definida con respecto a al menos uno de los dientes. El primer apéndice puede transportar al menos un instrumento quirúrgico que responda a al menos una característica física del número de dientes, y el método puede incluir además: detectar la al menos una característica física del número de dientes a través del al menos un instrumento quirúrgico, y recibir información que representa un entorno que incluye el número de dientes puede incluir recibir información que representa la al menos una característica física del número de dientes a través del al menos un instrumento quirúrgico transportado por el primer apéndice. El primer robot puede incluir un segundo apéndice con al menos una articulación, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto al número de dientes. El segundo apéndice puede transportar al menos un sensor y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto al número de dientes. El al menos un sensor transportado por el segundo apéndice puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, uno o más sensores magnéticos o de metales ferrosos y, o, uno o más sensores de proximidad, y recibir información que representa el entorno que incluye el número de dientes puede incluir recibir la información a través de uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X,

5 uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más
sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, uno o más sensores magnéticos o sensores de metales
ferrosos, y, o, uno o más sensores de proximidad. El primer robot puede incluir un segundo apéndice con al menos
una articulación, el segundo apéndice transporta al menos un efector final y generar al menos un segundo plan de
movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una
trayectoria para el segundo apéndice con respecto al número de dientes. El primer robot puede incluir un segundo
apéndice con al menos una articulación, el segundo apéndice transporta al menos un instrumento dental y generar al
menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de
movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto al número de dientes. El instrumento
dental puede ser al menos un taladro dental, una aguja, un pulidor dental, una fuente ultravioleta o una fuente de rayos
X, y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo
plan de movimiento que especifica una trayectoria para que el segundo apéndice coloque el instrumento dental en
una ubicación definida con respecto a al menos uno de los dientes. Recibir información que representa un entorno
que incluye un número de dientes puede incluir recibir información que representa una característica física de una o
más partes de al menos uno de los dientes, y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot
puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo
apéndice con respecto al número de dientes basándose, al menos en parte, en información que representa la
característica física de una o más partes del al menos uno de los dientes. Recibir información que representa un
entorno que incluye un número de dientes puede incluir recibir información que representa una característica física de
una o más partes de un número de dientes, y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot
puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo
apéndice entre una primera pose y una segunda pose basándose en la característica física de una o más partes de
un número de dientes, la primera pose que coloca y orienta el segundo apéndice para realizar trabajo en uno de los
dientes de cada una de al menos dos poses diferentes. El primer robot puede ser un robot autopropulsado, el método
puede incluir además: generar al menos un plan de movimiento para el robot autopropulsado que especifica una
trayectoria para el robot autopropulsado a través de al menos una parte del entorno; y hacer que el robot
autopropulsado atraviese la trayectoria definida por el al menos un plan de movimiento generado. Generar al menos
un primer plan de movimiento para un primer robot del al menos un robot puede incluir procesar por una pluralidad de
circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de
movimiento. El sistema dental robótico puede realizar las acciones de forma autónoma.

35 Un sistema dental robótico puede resumirse como que incluye: al menos un robot, que incluye un primer robot; al
menos un sensor; al menos un procesador de planificación de movimiento; y al menos un medio legible por el
procesador no transitorio que almacena al menos una de las instrucciones o datos ejecutables por el procesador que,
cuando se ejecutan por el al menos un procesador de planificación de movimiento, hace que al menos un procesador
de planificación de movimiento: reciba información que representa un entorno que incluye uno o más de: encías y un
número de dientes; genere al menos un primer plan de movimiento para un primer robot del al menos un robot, el
primer plan de movimiento que mueve al menos una parte del primer robot entre al menos una respectiva primera
pose y una respectiva segunda pose con respecto al número de dientes; y haga que la al menos una parte del primer
robot se mueva según el primer plan de movimiento.

40 Un método de funcionamiento en un sistema de dron que incluye al menos un dron y al menos un sensor, el método
puede resumirse como que incluye: recibir información que representa un entorno en el que funciona al menos un dron;
generar al menos un primer plan de movimiento para un primer dron del al menos un dron, el primer plan de movimiento
que mueve al menos una parte del primer dron entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose
respectiva con respecto al entorno; y hacer que al menos el primer dron se mueva según el primer plan de movimiento.

45 El primer dron puede ser al menos uno de entre un dron volador autopropulsado, un dron terrestre autopropulsado, un
dron acuático autopropulsado, un dron submarino autopropulsado o un dron anfibio autopropulsado, y generar al
menos un primer plan de movimiento para un primer dron puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento
que especifica una trayectoria para el primer dron con respecto al entorno. El al menos un sensor puede ser
transportado por el primer dron y puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto,
50 uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más
sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores
capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, uno o más sensores magnéticos o
de metales ferrosos y, o, uno o más sensores de proximidad montados en una parte que no sea un apéndice del primer
dron, y recibir información que represente el entorno puede incluir recibir la información a través de uno o más de: una
55 o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido,
uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores
de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de
movimiento, uno o más sensores magnéticos o de metales ferrosos y uno o más sensores de proximidad. Generar al
menos un primer plan de movimiento para un primer dron puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento
60 que especifica una trayectoria para al menos la parte del primer dron con respecto al entorno que minimice un riesgo
de colisión con objetos en el entorno. El primer dron puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y
que transporta al menos un sensor, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer dron puede
incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice con

respecto al entorno en el que funciona el primer dron. El al menos un apéndice puede transportar al menos uno de los al menos un sensor, y el al menos un sensor puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, uno o más sensores magnéticos o de metales ferrosos y, o, uno o más sensores de proximidad, y recibir información que representa un entorno puede incluir recibir la información a través de uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos sensores, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, uno o más magnéticos o de metal ferroso sensores, y, o, uno o más sensores de proximidad. El primer dron puede incluir un primer agarre que se puede funcionar selectivamente para retener de forma liberable un artículo transportado por el primer dron, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer dron puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer dron con respecto al entorno a una pose en la que el primer agarre se controla selectivamente para soltar el objeto transportado por el primer dron. El primer dron puede incluir un primer agarre que transporta al menos un artículo con un paracaídas asociado, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer dron puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer dron con respecto al entorno a una pose en la que el primer agarre se controla selectivamente para soltar el artículo transportado por el primer dron con el paracaídas asociado. El primer dron puede incluir un primer cabrestante con un cable, el primer cabrestante que puede funcionar retrae y desenrolla selectivamente el cable, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer dron puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer dron con respecto al entorno a una pose en la que el primer cabrestante se controla selectivamente para desenrollar el cable. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer dron puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que se adapte a al menos una característica física de una carga útil transportada por el primer dron. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer dron puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que se adapte a una fuerza externa experimentada por el primer dron cuando el primer dron atraviesa al menos una parte del entorno. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer dron puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que se adapte a la velocidad del viento, la velocidad de las olas, la velocidad de la corriente o la velocidad de las mareas que experimentará el primer dron cuando el primer dron atraviere al menos una parte del entorno. El primer dron puede transportar al menos un sensor que responda a al menos una característica física del entorno, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer dron puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que mueve el primer dron con respecto a un artículo a inspeccionar, para detectar información de una pluralidad de poses sucesivas con respecto al artículo a inspeccionar. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer dron puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que se adapte a uno o más obstáculos en el entorno. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer dron puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que se adapte a una o más algas marinas, corales, rocas o vehículos. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer dron puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una primera trayectoria que mueve el primer dron desde una primera ubicación a una primera ubicación de destino y un segundo plan de movimiento que especifica una segunda trayectoria sobre la primera ubicación de destino. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer dron puede incluir además generar al menos un tercer plan de movimiento que especifica una tercera trayectoria que mueve el primer dron desde un primer destino a una segunda ubicación de destino. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer dron puede incluir además generar al menos un cuarto plan de movimiento que especifica una cuarta trayectoria que mueve el primer dron desde la segunda ubicación de destino hasta la primera ubicación. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer dron puede incluir además generar al menos un tercer plan de movimiento que especifica una tercera trayectoria que mueve el primer dron desde la primera ubicación de destino hasta la primera ubicación. El primer dron puede ser un vehículo autónomo autopropulsado, el método puede incluir además: generar al menos un plan de movimiento para el vehículo autónomo autopropulsado que especifica una trayectoria para el vehículo autónomo autopropulsado a través de al menos una parte del entorno; y hacer que el vehículo autónomo autopropulsado atraviere la trayectoria definida por el al menos un plan de movimiento generado. El primer dron puede ser un vehículo acuático y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer dron puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que atraque al dron acuático en una pose deseada en un muelle. El primer dron puede ser un vehículo aéreo y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer dron puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que atraque el vehículo aéreo en una pose deseada en un muelle. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer dron del al menos un dron puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento. El sistema de drones podrá realizar las acciones de forma autónoma.

Un sistema de drones se puede resumir como que incluye: al menos un dron; al menos un sensor; al menos un procesador de planificación de movimiento; y al menos un medio legible por el procesador no transitorio que almacena al menos una de las instrucciones o datos ejecutables por el procesador que, cuando se ejecutan por el al menos un procesador de planificación de movimiento, hace que al menos un procesador de planificación de movimiento: reciba información que representa un entorno en el que funciona el al menos un dron; genere al menos un primer plan de movimiento para un primer dron del al menos un robot, el primer plan de movimiento que mueve al menos una parte del primer dron entre al menos una respectiva primera pose y una respectiva segunda pose con respecto al entorno;

y haga que la al menos una parte del primer dron se mueva según el primer plan de movimiento.

Un método de funcionamiento en un sistema robótico, el sistema robótico que incluye al menos un procesador de planificación de movimiento y al menos un robot, el al menos un robot que tiene al menos un apéndice, el al menos un apéndice que tiene al menos una articulación y al menos un efector final, el método puede resumirse como que incluye: recibir información que representa una posición y orientación respectivas de cada una de una pluralidad de piezas similares de material de construcción de un primer tipo, las piezas similares de material de construcción del primer tipo accesibles por el al menos un efector final; determinar una primera de las piezas similares de material de construcción del primer tipo para recuperar; procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice del al menos un robot que mueve el al menos un apéndice de una primera pose a una segunda pose sin colisiones, la primera pose que es una posición y una orientación en la que la primera determinada de piezas similares de material de construcción del primer tipo es agarrable/acoplable por el al menos un efector final y la segunda pose que es una posición y orientación en la que el al menos un efector final coloca la primera de las piezas similares de material de construcción del primer tipo en acoplamiento físico con al menos otra pieza de material de construcción; y hacer que el al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice desde la primera pose a la segunda pose sin colisiones.

El método puede incluir además: recibir información que representa una posición y orientación respectivas de cada una de una pluralidad de piezas similares de material de construcción de un segundo tipo, las piezas similares de material de construcción del segundo tipo que son similares entre sí y diferentes de las piezas similares de material de construcción del primer tipo, las piezas similares de material de construcción del segundo tipo accesibles por el al menos un efector final; determinar una primera de las piezas similares de material de construcción del segundo tipo para recuperar; procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento, para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice del al menos un robot que mueve el al menos un apéndice de una tercera pose a una cuarta pose sin colisiones, la tercera pose que es una posición y orientación en la que la primera determinada de las piezas similares de material de construcción del segundo tipo es agarrable/acoplable por el al menos un efector final y la cuarta pose que es una posición y orientación en la que el al menos un efector final coloca la primera de las piezas similares de material de construcción del segundo tipo en acoplamiento físico con al menos otra pieza de material de construcción; y hacer que el al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice desde la tercera pose a la cuarta pose sin colisiones. El método puede incluir además: después de hacer que el al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice de la primera pose a la segunda pose sin colisiones, hacer que el al menos un robot asegure la determinada de la primera de las piezas similares de material de construcción del primer tipo con al menos otra pieza de material de construcción. Las piezas de material de construcción del primer tipo pueden ser ladrillos, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento, para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento, para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice que coloca el al menos un apéndice para recuperar ladrillos de un suministro de ladrillos y que coloca el al menos un apéndice para depositar los ladrillos recuperados como una pared. Las piezas de material de construcción del primer tipo pueden ser piezas de madera dimensional, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento, para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento, para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice que coloca el al menos un apéndice para recuperar las piezas de madera dimensional de un suministro de madera dimensional y que coloca el al menos un apéndice para depositar las piezas recuperadas de madera dimensional como al menos una de una pared, un suelo o un techo. Las piezas de material de construcción del primer tipo pueden ser postes metálicos o armaduras metálicas, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento, para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento, para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice que coloca el al menos un apéndice para recuperar postes metálicos o armaduras metálicas de un suministro de postes metálicos o armaduras metálicas y que coloca al menos un apéndice para depositar los postes metálicos o las armaduras metálicas recuperadas como una pared. Las piezas de material de construcción del primer tipo pueden ser partes de un mueble, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento, para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento, para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice que coloca el al menos un apéndice para recuperar partes de un mueble de un suministro de partes de un mueble y que coloca el al menos un apéndice para depositar las partes recuperadas de un mueble como un mueble. El método puede incluir además recibir información que representa una posición y orientación respectivas de cada una de las piezas similares de material de construcción del primer tipo. Recibir información que representa una posición y orientación respectivas de cada una de una pluralidad de piezas similares de material de construcción puede incluir recibir una o más imágenes de al menos un subconjunto de todas las piezas similares de material de construcción del primer tipo en al menos una parte de un conjunto de las piezas similares de material de construcción del primer tipo, y el método puede incluir además: realizar el reconocimiento de imágenes en al menos algunas de las imágenes

capturadas para identificar las piezas individuales de material de construcción similares del primer tipo y una posición y orientación de las piezas individuales de material de construcción similares del primer tipo en el conjunto de piezas de material de construcción del primer tipo. Un primer apéndice del al menos un apéndice puede transportar al menos un sensor, y el método puede incluir además capturar información que representa una posición y orientación respectivas de cada una de la pluralidad de piezas similares de material de construcción del primer tipo en un primer contenedor de piezas a granel por el al menos un sensor transportado por el primer apéndice, y generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento basado al menos en parte en la información capturada. Generar un primer plan de movimiento basándose, al menos en parte, en la información capturada puede incluir generar el primer plan de movimiento en el que el primer apéndice se mueve desde una primera pose respectiva a una segunda pose respectiva, la segunda pose respectiva que coloca el al menos un sensor transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno. Un segundo apéndice del al menos un apéndice puede transportar al menos un efector final y el método puede incluir además: generar un segundo plan de movimiento basado al menos en parte en la información capturada, el segundo plan de movimiento en el que el segundo apéndice se mueve desde una primera pose respectiva a una segunda pose respectiva, la segunda pose respectiva que coloca el efector final del segundo apéndice para acoplar operativamente un objeto dentro de la parte del entorno que es detectada por el al menos un sensor. Un primer apéndice del al menos un apéndice puede transportar al menos un sensor de imagen, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca el al menos un sensor de imagen transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para acoplar operativamente un objeto dentro de la parte del entorno que es detectada por el al menos un sensor de imagen. Un primer apéndice del al menos un apéndice puede transportar al menos un sensor de contacto, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca el al menos un sensor de contacto transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para acoplar operativamente un objeto dentro de la parte del entorno que es detectada por el al menos un sensor de contacto. Un primer apéndice del al menos un apéndice puede transportar al menos un sensor capacitivo, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un primer plan de movimiento en el que una segunda pose respectiva del primer apéndice coloca el al menos un sensor capacitivo transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno. Un primer apéndice del al menos un apéndice puede transportar al menos un sensor de fuerza, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un primer plan de movimiento en el que una segunda pose respectiva del primer apéndice coloca el al menos un sensor de fuerza transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno. Un primer apéndice del al menos un apéndice puede transportar al menos un sensor de proximidad, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un primer plan de movimiento en el que una segunda pose respectiva del primer apéndice coloca el al menos un sensor de proximidad transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno. El sistema robótico puede incluir al menos un primer apéndice y un segundo apéndice, y la planificación del movimiento puede incluir determinar planes de movimiento para cada uno de los apéndices primero y segundo para pasar la primera determinada de las piezas similares de material de construcción del primer tipo entre el primer y el segundo apéndices. El sistema robótico puede realizar las acciones de forma autónoma.

Un sistema robótico puede resumirse como que incluye: al menos un apéndice robótico, el al menos un apéndice que tiene al menos una articulación y al menos un efector final; al menos un procesador de planificación de movimiento; y al menos un medio legible por el procesador no transitorio que almacena al menos una de las instrucciones o datos ejecutables por el procesador que, cuando se ejecutan por el al menos un procesador de planificación de movimiento, hacen que al menos un procesador de planificación de movimiento: reciba información capturada que representa una respectiva posición y orientación de cada una de una pluralidad de piezas similares de material de construcción de un primer tipo, las piezas similares de material de construcción del primer tipo accesibles por el al menos un efector final; determine una primera de las piezas similares de material de construcción del primer tipo a recuperar; procese por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice del al menos un robot que mueve el al menos un apéndice de una primera pose a una segunda pose sin colisiones, la primera pose que es una posición y una orientación en la que la primera determinada de piezas similares de material de construcción del primer tipo es agarrable/acoplable por

el al menos un efector final y la segunda pose que es una posición y orientación en la que el al menos un efector final coloca la primera de las piezas similares de material de construcción del primer tipo en acoplamiento físico con al menos otra pieza de material de construcción; y haga que el al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice desde la primera pose a la segunda pose sin colisiones.

- 5 Un método de funcionamiento en un sistema robótico, el sistema robótico que incluye al menos un procesador de planificación de movimiento y al menos un robot, el al menos un robot tiene al menos un apéndice, el al menos un apéndice tiene al menos una articulación y al menos un efector final, el al menos un efector final que incluye al menos uno de un cepillo o una boquilla, el método puede resumirse como que incluye: recibir información que representa una posición y orientación respectiva del efector final con respecto a una estructura; determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice del al menos un robot que mueve el al menos un apéndice de una primera pose a una segunda pose sin colisiones, en la segunda pose el primer efector final en una posición y una orientación para depositar un material sobre al menos una parte de la estructura; y hacer que el al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice desde la primera pose a la segunda pose sin colisiones.
- 10 El método puede incluir además: después de hacer que el al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice de la primera pose a la segunda pose sin colisiones, hacer que el al menos un robot deposite el material sobre al menos una parte de la estructura. El material puede ser pintura, y el método puede incluir además: después de hacer que el al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo al menos un apéndice de la primera pose a la segunda pose sin colisiones, hacer que el al menos un robot deposite la pintura sobre al menos una parte de la estructura. El material puede ser estuco y la estructura incluye un listón, y el método puede incluir además: después de hacer que el al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice de la primera pose a la segunda pose sin colisiones, hacer que el al menos un robot deposite el estuco sobre al menos una parte del listón. El material puede ser un aislamiento térmico, y el método puede incluir además: después de hacer que el al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice de la primera pose a la segunda pose sin colisiones, hacer que el al menos un robot deposite el aislamiento térmico sobre al menos una parte de la estructura. El material puede ser un sellador, y el método puede incluir además: después de hacer que el al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice de la primera pose a la segunda pose sin colisiones, hacer que el al menos un robot deposite el sellador sobre al menos una parte de la estructura. Recibir información que representa una posición y orientación respectivas del efector final con respecto a una estructura puede incluir recibir información que representa la posición y orientación de un primer efector final con respecto a una pared. Recibir información que representa la posición y orientación de un primer efector final con respecto a una pared puede incluir recibir una o más imágenes de al menos una parte de la pared, y el método puede incluir además: realizar el reconocimiento de imágenes en al menos algunas de las imágenes capturadas para identificar una posición y una orientación del primer efector final con respecto a la pared. Determinar un primer plan de movimiento puede incluir determinar al menos un plan de movimiento que incluye generar al menos un plan de movimiento basándose, al menos en parte, en la información recibida que representa una posición y orientación respectivas del efector final con respecto a una estructura. Generar un primer plan de movimiento basándose, al menos en parte, en la información capturada puede incluir generar el primer plan de movimiento en el que el primer apéndice se mueve desde una primera pose respectiva a una segunda pose respectiva, la segunda pose respectiva que coloca el al menos un sensor transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno. Un segundo apéndice del al menos un apéndice puede transportar al menos un efector final y el método puede incluir además: generar un segundo plan de movimiento basándose, al menos en parte, en la información capturada, el segundo plan de movimiento en el que el segundo apéndice se mueve desde una primera pose respectiva a una segunda pose respectiva, la segunda pose respectiva que coloca el efector final del segundo apéndice para acoplar operativamente un objeto dentro de la parte del entorno que es detectada por el al menos un sensor. Un primer apéndice del al menos un apéndice puede transportar al menos un sensor de imagen, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca el al menos un sensor de imagen transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para acoplar operativamente un objeto dentro de la parte del entorno que es detectada por al menos un sensor de imagen. Un primer apéndice del al menos un apéndice puede transportar al menos un sensor de contacto, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca el al menos un sensor de contacto transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para acoplar operativamente un objeto dentro de la parte del entorno que es detectada por el al menos un sensor de contacto. Un primer apéndice del al menos un apéndice puede transportar al menos un sensor capacitivo, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al

menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un primer plan de movimiento en el que una segunda pose respectiva del primer apéndice coloca el al menos un sensor capacitivo transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno. Un primer apéndice del al menos un apéndice puede transportar al menos un sensor de fuerza, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un primer plan de movimiento en el que una segunda pose respectiva del primer apéndice coloca el al menos un sensor de fuerza transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno. Un primer apéndice del al menos un apéndice puede transportar al menos un sensor de proximidad, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un primer plan de movimiento en el que una segunda pose respectiva del primer apéndice coloca el al menos un sensor de proximidad transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno. El sistema robótico puede incluir al menos un primer apéndice y un segundo apéndice, y la planificación del movimiento puede incluir determinar planes de movimiento para cada uno de los apéndices primero y segundo para pasar la primera determinada de las piezas similares de material de construcción del primer tipo entre el primer y el segundo apéndices. El sistema robótico puede realizar las acciones de forma autónoma.

Un sistema robótico se puede resumir como que incluye: al menos un robot, el al menos un robot que tiene al menos un apéndice, el al menos un apéndice que tiene al menos una articulación y al menos un efector final, el al menos un efector final que incluye al menos uno de un cepillo o una boquilla; al menos un procesador de planificación de movimiento; y al menos un medio legible por el procesador no transitorio que almacena al menos una de las instrucciones o datos ejecutables por el procesador que, cuando se ejecutan por el al menos un procesador de planificación de movimiento, hace que al menos un procesador de planificación de movimiento: reciba información que representa información que representa una posición y orientación respectivas del efector final con respecto a una estructura; determine al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice del al menos un robot que mueve el al menos un apéndice de una primera pose a una segunda pose sin colisiones, en la segunda pose el primer efector final en una posición y una orientación para depositar un material sobre al menos una parte de la estructura; y haga que el al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice desde la primera pose a la tercera pose sin colisiones.

Un método de funcionamiento en un sistema robótico para realizar una inspección de línea, el sistema robótico que incluye al menos un robot que transporta al menos un sensor, el método se puede resumir como que incluye: generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot del al menos un robot, el primer plan de movimiento que mueve al menos una parte del primer robot entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva con respecto a una primera línea a inspeccionar para detectar al menos una característica física de la línea; hacer que al menos una parte del primer robot se mueva según el primer plan de movimiento; y capturar sucesivamente información que representa al menos una característica física de la primera línea en al menos una de la primera pose, la segunda pose o una pose intermedia entre la primera y la segunda pose.

El primer robot puede ser un robot autopropulsado, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el robot autopropulsado con respecto a un camino a lo largo del cual se extiende la primera línea. El al menos un sensor transportado por el robot autopropulsado puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento y uno o más sensores de proximidad montados en una parte del robot autopropulsado que no es un apéndice, y capturar sucesivamente información que representa al menos una característica física de la primera línea puede incluir capturar la información a través de una o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad. El método puede incluir además: capturar sucesivamente información que representa una ubicación del primer robot a medida que el primer robot se mueve a lo largo de la trayectoria a lo largo de la cual se extiende la primera línea. El método puede incluir además: capturar sucesivamente información que represente al menos una característica física de la primera línea y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el robot autopropulsado con respecto a la trayectoria a lo largo de la cual se extiende la primera línea si se detecta un objeto similar a un humano en la trayectoria del robot autopropulsado. El método puede incluir además: capturar sucesivamente información que represente al menos una característica física de la primera línea y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el robot autopropulsado con respecto a la trayectoria a lo largo de la cual se extiende la primera línea que cambia la trayectoria del robot autopropulsado para

evitar un objeto similar a un humano que se detecta en la trayectoria del robot autopropulsado, sin detener un movimiento del robot autopropulsado. El primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un sensor, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice con respecto a la primera línea. El al menos un apéndice puede transportar al menos uno de los al menos un sensor, y el al menos un sensor puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad, y capturar sucesivamente información que representa al menos una característica física de la primera línea puede incluir capturar la información a través de uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos sensores, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad. El primer robot puede incluir un segundo apéndice con al menos una articulación, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto a la primera línea. El segundo apéndice puede transportar al menos un sensor y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto a una segunda línea. El al menos un sensor transportado por el segundo apéndice puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad, y capturar información sucesivamente que representa al menos una característica física de la primera línea puede incluir capturar la información a través de una o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos sensores, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad. El segundo apéndice puede transportar al menos un efector final y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto a la primera línea. El segundo apéndice puede transportar al menos un efector final y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto a una segunda línea. El al menos un efector final puede incluir una pinza, un gancho o una garra, y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto a la primera línea. El al menos un efector final puede incluir una pinza, un gancho o una garra, y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto a la primera línea. La primera línea puede ser una línea eléctrica, y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice entre una primera pose y una segunda pose, la primera pose que coloca y orienta el segundo apéndice para acoplar la línea eléctrica. La primera línea puede ser una línea de gas, y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice entre una primera pose y una segunda pose, la primera pose que coloca y orienta el segundo apéndice para acoplar operativamente la línea de gas. La primera línea puede ser una línea de agua, y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice entre una primera pose y una segunda pose, la primera pose que coloca y orienta el segundo apéndice para acoplar operativamente la línea de agua. La primera línea puede ser una línea de comunicaciones, y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice entre una primera pose y una segunda pose, la primera pose que coloca y orienta el segundo apéndice para acoplarse operativamente a la línea de comunicaciones. El método puede incluir además: generar al menos un tercer plan de movimiento para el primer robot que especifica una trayectoria para el segundo apéndice entre una tercera pose y una cuarta pose, la cuarta pose que coloca y orienta el segundo apéndice para recuperar el artículo del primer apéndice. El primer robot puede ser un robot autopropulsado, el método puede incluir además: generar al menos un cuarto plan de movimiento para el robot autopropulsado que especifica una trayectoria para el robot autopropulsado entre la primera línea y la segunda línea; hacer que el robot autopropulsado atraviese la trayectoria definida por el cuarto plan de movimiento; y posteriormente, hacer que el segundo apéndice se mueva a lo largo de la trayectoria definida por el tercer plan de movimiento. El método puede incluir además: hacer que el segundo apéndice se mueva según el segundo plan de movimiento. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot del al menos un robot puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento. El sistema robótico puede realizar las acciones de forma autónoma.

Un sistema robótico para realizar una inspección en línea se puede resumir como que incluye: al menos un robot, que incluye un primer robot; al menos un sensor, el al menos un sensor transportado por ese al menos un robot; al menos

- un procesador de planificación de movimiento; y al menos un medio legible por el procesador no transitorio que almacena al menos una de las instrucciones o datos ejecutables por el procesador que, cuando se ejecutan por el al menos un procesador de planificación de movimiento, hace que al menos un procesador de planificación de movimiento: genere al menos un primer plan de movimiento para un primer robot del al menos un robot, el primer plan de movimiento que mueve al menos una parte del primer robot entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva con respecto a una primera línea a inspeccionar para detectar en menos una característica física de la línea; haga que el primer robot se mueva según el primer plan de movimiento; y capture sucesivamente información que representa al menos una característica física de la primera línea en al menos una de la primera pose, la segunda pose o una pose intermedia entre la primera y la segunda pose.
- 10 Un método de funcionamiento en un sistema robótico para recolectar fruta, el sistema robótico que incluye al menos un primer apéndice, el primer apéndice móvil dentro de un primer volumen operativo, el primer apéndice que transporta un efector final respectivo, el método puede resumirse como que incluye: generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice que mueve el primer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones, la primera pose que ubica una parte del primer apéndice con respecto a una rama transportando una o más piezas de fruta y la segunda pose que ubica el efector final transportado por el primer apéndice para acoplar físicamente una de las piezas de fruta para mover una de las piezas de fruta de la rama; y hacer que el primer apéndice se mueva según el primer plan de movimiento.
- 15 El efector final respectivo transportado por el primer apéndice puede ser una pinza y la segunda pose coloca y orienta la pinza para sujetar la pieza de fruta. El efector final respectivo transportado por el primer apéndice puede ser una cuchilla y la segunda pose coloca y orienta la pinza para cortar una parte de la pieza de fruta que une la pieza de fruta a la rama. El efector final respectivo transportado por el primer apéndice puede ser una cuchilla y la segunda pose coloca y orienta la cuchilla para cortar una parte de la rama que transporta la pieza de fruta. El efector final respectivo transportado por el primer apéndice puede ser una tijera de podar y la segunda pose coloca y orienta la tijera de podar para cortar una parte de la fruta que une la pieza de fruta a la rama o una parte de la rama que transporta la pieza de fruta.
- 20 El efector final respectivo transportado por el primer apéndice puede ser una pinza y la segunda pose coloca y orienta la pinza para agarrar la rama que transporta la fruta y hacer oscilar la rama agarrada que transporta la fruta. El primer apéndice puede transportar además al menos un sensor, y el método puede incluir además: recibir información a través del al menos un sensor. El primer apéndice puede transportar además al menos un sensor, y el método puede incluir además: recibir información a través del al menos un sensor, en donde generar al menos un primer plan de movimiento puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento basándose, al menos en parte, en la información recibida a través del al menos un sensor transportado por el primer apéndice. El primer apéndice puede transportar además al menos un sensor de imagen, y el método puede incluir además: recibir información de la imagen a través del al menos un sensor de imagen cuando el primer apéndice está en la respectiva primera pose, en la que generar al menos un primer plan de movimiento puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento donde la segunda pose se basa, al menos en parte, en la información de la imagen recibida a través del al menos un sensor de imagen transportado por el primer apéndice en la primera pose. Generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer movimiento en el que, al menos en una posición de al menos el primer apéndice, la pieza de fruta se puede transferir a un contenedor de recogida. El sistema robótico puede incluir al menos un segundo apéndice, el segundo apéndice puede moverse dentro de un segundo volumen operativo, al menos una parte del segundo volumen operativo se superpone con al menos una parte del primer volumen operativo de manera que el primer y segundo apéndice sean capaces de colisionar físicamente entre sí, el método puede incluir además: generar al menos un segundo plan de movimiento para el segundo apéndice que mueve el segundo apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del segundo volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices; y hacer que el segundo apéndice se mueva según el segundo plan de movimiento.
- 30 El segundo apéndice puede transportar un contenedor de recogida, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose respectiva del segundo apéndice es una pose en la que el contenedor de recogida está colocado y orientado para recibir la pieza de fruta. Acoplar físicamente por el efector final transportado por el primer apéndice. El segundo apéndice puede transportar un contenedor de recogida, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose respectiva del segundo apéndice es una pose en la que el contenedor de recogida está colocado y orientado relativamente por debajo de la pieza de fruta acoplado físicamente por el efector final transportado por el primer apéndice, con una abertura del contenedor de recogida mirando hacia arriba para recibir la pieza de fruta cuando la pieza de fruta cae bajo la influencia de la gravedad. El segundo apéndice puede transportar además al menos un sensor, y el método puede incluir además: recibir información a través del al menos un sensor transportado por el segundo apéndice cuando el segundo apéndice está en la primera pose respectiva, en la que generar al menos un segundo plan de movimiento puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento donde la segunda pose se basa al menos en parte en la información recibida a través del al menos un sensor transportado por el segundo apéndice en la segunda pose. El segundo apéndice puede transportar además al menos un sensor de imagen, y el método puede incluir además: recibir información de la imagen a través del al menos un sensor de imagen transportado por el segundo apéndice cuando el segundo apéndice está en la primera pose respectiva, en la que generar al menos un segundo plan de movimiento puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento donde la segunda pose se basa al menos en parte en la información de la imagen recibida a través del al menos un sensor de imagen transportado por el segundo apéndice en la segunda pose. El segundo apéndice puede transportar al menos un sensor, y el método puede incluir además: recibir información de la imagen a través del al menos un sensor de imagen
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
- 60

transportado por el segundo apéndice cuando el segundo apéndice está en la primera pose respectiva, donde generar al menos un segundo plan de movimiento puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento donde la segunda pose se basa al menos en parte en la información de la imagen recibida a través del al menos un sensor de imagen transportado por el segundo apéndice en la segunda pose. El segundo apéndice puede transportar al menos un sensor de imagen, y el método puede incluir además: recibir información de la imagen a través del al menos un sensor de imagen transportado por el segundo apéndice cuando el segundo apéndice está en la respectiva primera pose, en la que generar al menos un segundo el plan de movimiento puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento donde la segunda pose se basa al menos en parte en la información de la imagen recibida a través del al menos un sensor de imagen transportado por el segundo apéndice en la segunda pose. El segundo apéndice puede transportar un efector final respectivo, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose de al menos uno de los segundos apéndices es una pose en la que la pieza de fruta se puede transferir a un conjunto del efector final respectivo o transportado por uno de los primer y segundo apéndices. El segundo apéndice puede transportar un efector final respectivo, y generar un primer plan de movimiento y un segundo plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento y un segundo plan de movimiento en los que la segunda pose de al menos uno del primer apéndice o el segundo apéndice es una pose en la que la pieza de fruta es transferible desde el efector final respectivo transportado por uno de los primer y segundo apéndices al efector final respectivo transportado por el otro de los primer y segundo apéndices. El segundo apéndice puede transportar un efector final respectivo, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose respectiva del segundo apéndice coloca el efector final transportado por el segundo apéndice para acoplar operativamente la rama que transporta una primera pieza de fruta, y generar un primer plan de movimiento incluye generar un primer plan de movimiento en el que la respectiva segunda pose del primer apéndice coloca el respectivo efector final transportado por el primer apéndice para acoplar operativamente la primera pieza de fruta mientras el respectivo efector final transportado por el segundo apéndice se acopla operativamente a la rama que transporta la primera fruta. El segundo apéndice puede transportar además al menos un sensor, y el método puede incluir además: recibir información a través del al menos un sensor transportado por el segundo apéndice cuando el segundo apéndice está en la primera pose respectiva, en la que generar al menos un segundo plan de movimiento puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento donde la segunda pose se basa al menos en parte en la información recibida a través del al menos un sensor transportado por el segundo apéndice en la segunda pose. El segundo apéndice puede transportar además al menos un sensor de imagen, y el método puede incluir además: recibir información de la imagen a través del al menos un sensor de imagen transportado por el segundo apéndice cuando el segundo apéndice está en la primera pose respectiva, en la que generar al menos un el segundo plan de movimiento puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento donde la segunda pose se basa al menos en parte en la información de la imagen recibida a través del al menos un sensor de imagen transportado por el segundo apéndice en la segunda pose. El método puede incluir además: después de hacer que el primer apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y respectiva segunda pose, generar al menos un primer plan de movimiento actualizado para el primer apéndice que mueve el primer apéndice entre una respectiva pose actual o respectiva pose esperada a la segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre los apéndices primero y segundo; y después de hacer que el segundo apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y la respectiva segunda pose, generar al menos un segundo plan de movimiento actualizado para el segundo apéndice que mueve el segundo apéndice entre una respectiva pose actual o respectiva pose esperada a la respectiva segunda pose dentro del segundo volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices. El método puede incluir además: después de hacer que el primer apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y respectiva segunda pose, generar al menos un primer plan de movimiento actualizado para el primer apéndice que mueve el primer apéndice entre una respectiva pose actual o respectiva pose esperada a la segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre los apéndices primero y segundo. El al menos un sensor puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad montados en una parte del robot autopropulsado que no es un apéndice, y recibir información a través de ese al menos un sensor puede incluir recibir la información a través de uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad. El método puede incluir además: generar dinámicamente una pluralidad de primeros planes de movimiento actualizados mientras se hace que el primer apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y la respectiva segunda pose. El sistema robótico puede incluir un primer robot autopropulsado, y generar al menos un primer plan de movimiento puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer robot autopropulsado a través de al menos una parte de un huerto. El sistema robótico puede incluir al menos un tercer apéndice que transporta al menos uno de un sensor respectivo o un efector final respectivo, el tercer apéndice puede moverse dentro de un tercer volumen operativo, al menos una parte del tercer volumen operativo se superpone con al menos una parte de al menos uno de los volúmenes operativos primero o segundo de manera que los apéndices primero, segundo y tercero puedan colisionar físicamente entre sí, el método puede incluir: generar al menos un tercer plan de movimiento para un tercer apéndice que mueve el tercer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del tercer volumen operativo sin colisiones al menos entre el primero, el segundo y el

tercer apéndice; y hacer que el tercer apéndice se mueva según el tercer plan de movimiento. El sistema robótico puede realizar las acciones de forma autónoma.

Un sistema robótico para recoger fruta se puede resumir como que incluye: al menos un primer apéndice móvil dentro de un primer volumen operativo, transportando el primer apéndice un efector final respectivo; al menos un procesador de planificación de movimiento; y al menos un medio legible por el procesador no transitorio que almacena al menos una de las instrucciones o datos ejecutables por el procesador que, cuando se ejecutan por el al menos un procesador de planificación de movimiento, hace que al menos un procesador de planificación de movimiento: genere al menos un primer plan de movimiento para un primer apéndice que mueve el primer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones, la primera pose que ubica una parte del primer apéndice con respecto a una rama que transporta una o más piezas de fruta y la segunda pose que ubica el efector final transportado por el primer apéndice para acoplar físicamente una de las piezas de fruta para mover la pieza de fruta de la rama; y haga que el primer apéndice se mueva según el primer plan de movimiento.

Un método de funcionamiento en un sistema robótico para interactuar con plantas, el sistema robótico que incluye al menos un primer apéndice, el primer apéndice móvil dentro de un primer volumen operativo, el primer apéndice transporta al menos un sensor, el método puede resumirse como que incluye: generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice que mueve el primer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones, la primera pose que ubica una parte del primer apéndice con respecto a una rama que transporta una o más frutas y la segunda pose que ubica el al menos un sensor transportado por el primer apéndice con respecto a al menos una parte de al menos una planta; hacer que el primer apéndice se mueva según el primer plan de movimiento; y recibir información a través del al menos un sensor.

Generar al menos un primer plan de movimiento puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento basado al menos en parte en la información recibida a través del al menos un sensor transportado por el primer apéndice. El al menos un sensor transportado por el primer apéndice puede incluir al menos un sensor de imagen, y generar al menos un primer plan de movimiento puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento basado al menos en parte en la información de la imagen recibida a través de al menos un sensor de imagen transportado por el primer apéndice. El primer apéndice puede transportar además al menos un efector final, y generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que coloca y orienta al menos un efector final transportado por el primer apéndice en contacto con la parte de la planta. La planta puede ser un árbol y el primer apéndice puede transportar además al menos un efector final, y generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que coloca y orienta al menos un efector final transportado por el primer apéndice en contacto con la parte del árbol. La planta puede ser un árbol y el primer apéndice puede transportar además al menos un efector final, y generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que coloca y orienta al menos un efector final transportado por el primer apéndice en contacto con una rama del árbol. El al menos un efector final transportado por el primer apéndice puede ser una pinza, y generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que coloca y orienta la al menos una pinza para sujetar la parte de la planta. El al menos un efector final transportado por el primer apéndice puede ser una hoja de sierra, y generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que coloca y orienta al menos una hoja de sierra para cortar la parte de la planta y hacer oscilar la hoja de sierra. El al menos un efector final transportado por el primer apéndice puede ser una hoja de sierra, y generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que coloca y orienta al menos una hoja de sierra para cortar la parte de la planta. El al menos un efector final transportado por el primer apéndice puede ser una tijera de podar, y generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que coloca y orienta al menos una tijera de podar para cortar la parte de la planta. El sistema robótico puede incluir al menos un segundo apéndice, el segundo apéndice puede moverse dentro de un segundo volumen operativo, al menos una parte del segundo volumen operativo se superpone con al menos una parte del primer volumen operativo de manera que el primer y segundo apéndice sean capaces de colisionar físicamente entre sí, el método puede incluir además: generar al menos un segundo plan de movimiento para el segundo apéndice que mueve el segundo apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del segundo volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices; y hacer que el segundo apéndice se mueva según el segundo plan de movimiento. El segundo apéndice puede transportar un efector final respectivo, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose de al menos uno de los segundos apéndices es una pose en la que la parte de la planta es transferible a una contenedor de recogida del efector final respectivo o transportado por uno de los primer y segundo apéndices. El segundo apéndice puede transportar un efector final respectivo, y generar un primer plan de movimiento y un segundo plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento y un segundo plan de movimiento en los que la segunda pose de al menos uno del primer apéndice o el segundo apéndice es una pose en la que la parte de la planta es transferible desde el efector final respectivo transportado por uno de los primer y segundo apéndices al efector final respectivo transportado por el otro de los primer y segundo apéndices. El segundo apéndice puede transportar un efector final respectivo, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la respectiva segunda pose del segundo apéndice coloca el efector final transportado por el segundo apéndice para acoplar operativamente una primera rama de un primer árbol, y generar

un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose respectiva del primer apéndice coloca el efector final respectivo transportado por el primer apéndice para acoplar operativamente la primera rama del primer árbol mientras el respectivo efector final transportado por el segundo apéndice activa operativamente el movimiento basado al menos en parte en el primer árbol. El segundo apéndice puede transportar un efector final respectivo, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose respectiva del segundo apéndice coloca el efector final transportado por el segundo apéndice para acoplar operativamente una segunda rama de un primer árbol, y generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose respectiva del primer apéndice coloca el efector final respectivo transportado por el primer apéndice para acoplar operativamente una primera rama del primer árbol mientras el extremo respectivo el efector transportado por el segundo apéndice se acopla operativamente a la segunda rama del primer árbol. El segundo apéndice puede transportar un efector final respectivo, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la respectiva segunda pose del segundo apéndice coloca el efector final transportado por el segundo apéndice para acoplar operativamente una primera rama de un primer árbol, y generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose respectiva del primer apéndice coloca el efector final respectivo transportado por el primer apéndice para acoplar operativamente una primera rama de un segundo árbol mientras el extremo respectivo el efector transportado por el segundo apéndice se acopla operativamente a la primera rama del primer árbol. El segundo apéndice puede transportar además al menos un sensor, y el método puede incluir además: recibir información a través del al menos un sensor transportado por el segundo apéndice cuando el segundo apéndice está en la primera pose respectiva, en la que generar al menos un segundo plan de movimiento puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento donde la segunda pose se basa al menos en parte en la información recibida a través del al menos un sensor transportado por el segundo apéndice en la segunda pose. El segundo apéndice puede transportar además al menos un sensor de imagen, y el método puede incluir además: recibir información de la imagen a través del al menos un sensor de imagen transportado por el segundo apéndice cuando el segundo apéndice está en la primera pose respectiva, en la que generar al menos un el segundo plan de movimiento puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento donde la segunda pose se basa al menos en parte en la información de la imagen recibida a través del al menos un sensor de imagen transportado por el segundo apéndice en la segunda pose. El método puede incluir además: después de hacer que el primer apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y respectiva segunda pose, generar al menos un primer plan de movimiento actualizado para el primer apéndice que mueve el primer apéndice entre una respectiva pose actual o respectiva pose esperada a la segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre los apéndices primero y segundo; y después de hacer que el segundo apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y la respectiva segunda pose, generar al menos un segundo plan de movimiento actualizado para el segundo apéndice que mueve el segundo apéndice entre una respectiva pose actual o respectiva pose esperada a la respectiva segunda pose dentro del segundo volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices. El método puede incluir además: después de hacer que el primer apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y respectiva segunda pose, generar al menos un primer plan de movimiento actualizado para el primer apéndice que mueve el primer apéndice entre una respectiva pose actual o respectiva pose esperada a la segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre los apéndices primero y segundo. El al menos un sensor puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad montados en una parte del cuerpo que no es un apéndice del robot propulsado, y recibir información a través de que al menos un sensor puede incluir recibir la información a través de uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento y, o, uno o más sensores de proximidad. El método puede incluir además: generar dinámicamente una pluralidad de primeros planes de movimiento actualizados mientras se hace que el primer apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y la respectiva segunda pose. El sistema robótico puede incluir un primer robot autopropulsado, y generar al menos un primer plan de movimiento puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer robot autopropulsado a través de al menos una parte de un huerto. El sistema robótico puede incluir al menos un tercer apéndice que transporta al menos uno de un sensor respectivo o un efector final respectivo, el tercer apéndice puede moverse dentro de un tercer volumen operativo, al menos una parte del tercer volumen operativo se superpone con al menos una parte de al menos uno de los volúmenes operativos primero o segundo de manera que los apéndices primero, segundo y tercero puedan colisionar físicamente entre sí, el método puede incluir: generar al menos un tercer plan de movimiento para un tercer apéndice que mueve el tercer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del tercer volumen operativo sin colisiones al menos entre el primero, el segundo y el tercer apéndice; y hacer que el tercer apéndice se mueva según el tercer plan de movimiento. Generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice basándose en la ubicación de al menos un ser humano y que elimine o reduzca una probabilidad de una colisión entre al menos el primer apéndice y el al menos un ser humano. Generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice basándose en la ubicación de al menos un ser humano y que elimine o reduzca una probabilidad de una colisión entre una parte de la planta que

cae y el al menos un ser humano. Generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice basándose en la ubicación de al menos un ser humano y que elimine o reduzca una probabilidad de cortar una parte de la planta cuya parte sostiene al menos a un ser humano o al que está anclado al menos un ser humano. Generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice basándose en una copa de una pluralidad de árboles que elimina o reduce una probabilidad de una colisión entre el apéndice y la copa del pluralidad de árboles. El sistema robótico puede realizar las acciones de forma autónoma.

Un sistema robótico para interactuar con plantas se puede resumir como que incluye: un primer apéndice móvil dentro de un primer volumen operativo, el primer apéndice que transporta al menos un sensor; al menos un procesador de planificación de movimiento; y al menos un medio legible por el procesador no transitorio que almacena al menos una de las instrucciones o datos ejecutables por el procesador que, cuando se ejecutan por el al menos un procesador de planificación de movimiento, hace que al menos un procesador de planificación de movimiento: genere al menos un primer plan de movimiento para un primer apéndice que mueve el primer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones, la primera pose que ubica una parte del primer apéndice con respecto a una rama que transporta una o más piezas de fruta y la segunda pose que ubica el al menos un sensor transportado por el primer apéndice con respecto a al menos una parte de al menos una planta; haga que el primer apéndice se mueva según el primer plan de movimiento; y reciba información a través del al menos un sensor.

Un método de funcionamiento en un sistema robótico para empaquetar fruta en cajas, el sistema robótico que incluye un primer apéndice, el primer apéndice tiene al menos un efector final y se puede mover dentro de un primer volumen operativo, el método puede resumirse como que incluye: generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice que mueve el primer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones, la segunda pose que ubica el al menos un efector final transportado por el primer apéndice al menos uno por encima o dentro de una caja para colocar una pieza de fruta en la caja; y hacer que el primer apéndice se mueva según el primer plan de movimiento.

Generar al menos un primer plan de movimiento puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice es una pose en la que la pieza de fruta se puede transferir desde el efector final transportado por el primero a la caja sin sufrir daños en la pieza de fruta. Generar al menos un primer plan de movimiento puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento en el que la primera pose del primer apéndice coloca el al menos un efector final transportado por el primer apéndice para recuperar la pieza de fruta de un transportador o contenedor. Generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que mueve el primer apéndice entre la segunda pose respectiva y al menos una tercera pose respectiva, la tercera pose que coloca y orienta una parte del primer apéndice para acoplar operativamente una parte de la caja. Generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que mueve el primer apéndice entre la segunda pose respectiva y al menos una tercera pose respectiva, la tercera pose que coloca y orienta una parte del primer apéndice para acoplar operativamente una solapa de la caja. Generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que mueve el primer apéndice entre la segunda pose respectiva y al menos una tercera pose respectiva, la tercera pose que coloca y orienta una parte del primer apéndice para cerrar una solapa de la caja. El primer apéndice puede transportar además al menos un sensor, y el método puede incluir además: recibir información a través del al menos un sensor transportado por el primer apéndice, y generar al menos un primer plan de movimiento puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento donde la segunda pose respectiva se basa, al menos en parte, en la información recibida a través del al menos un sensor transportado por el primer apéndice. El sistema robótico puede incluir al menos un segundo apéndice, el segundo apéndice puede moverse dentro de un segundo volumen operativo, al menos una parte del segundo volumen operativo se superpone con al menos una parte del primer volumen operativo de manera que el primer y segundo apéndice sean capaces de colisionar físicamente entre sí, el método puede incluir además: generar al menos un segundo plan de movimiento para el segundo apéndice que mueve el segundo apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del segundo volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices; y hacer que el segundo apéndice se mueva según el segundo plan de movimiento. El segundo apéndice puede transportar un efector final respectivo, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose de al menos uno de los segundos apéndices es una pose en la que al menos una pieza de fruta se puede transferir a la caja del efector final respectivo o transportada por uno de los primer y segundo apéndices. El segundo apéndice puede transportar un efector final respectivo, y generar un primer plan de movimiento y un segundo plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento y un segundo plan de movimiento en los que la segunda pose de al menos uno del primer apéndice o el segundo apéndice es una pose en la que la parte de al menos una pieza de fruta es transferible desde el efector final respectivo transportado por uno de los primer y segundo apéndices al efector final respectivo transportado por el otro apéndice primero o segundo. El segundo apéndice puede transportar un efector final respectivo, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose respectiva del segundo apéndice coloca el efector final transportado por el segundo apéndice para acoplar operativamente una primera pieza de fruta, y generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la respectiva segunda pose del primer apéndice coloca el respectivo efector final transportado por el primer apéndice

para acoplar operativamente la primera pieza de fruta mientras el respectivo efector final transportado por el segundo apéndice se acopla operativamente con la primera pieza de fruta. El segundo apéndice puede transportar un efector final respectivo, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la respectiva segunda pose del segundo apéndice coloca el efector final transportado por el segundo apéndice para acoplar operativamente una parte de la caja después de que primer apéndice coloque el respectivo efector final transportado por el primer apéndice para depositar la pieza de fruta en la caja. Generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca una parte del primer apéndice para transferir la pieza de fruta a la caja, y generar un segundo plan de movimiento incluye generar un segundo plan de movimiento en el que la primera pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para recuperar materiales de embalaje y la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para transferir el material de embalaje recuperado al interior de la caja. El segundo apéndice puede transportar además al menos un sensor, y el método puede incluir además: recibir información a través del al menos un sensor transportado por el segundo apéndice cuando el segundo apéndice está en la primera pose respectiva, en la que generar al menos un segundo plan de movimiento puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento donde la segunda pose se basa al menos en parte en la información recibida a través del al menos un sensor transportado por el segundo apéndice en la segunda pose. El segundo apéndice puede transportar además al menos un sensor de imagen, y el método puede incluir además: recibir información de la imagen a través del al menos un sensor de imagen transportado por el segundo apéndice cuando el segundo apéndice está en la primera pose respectiva, en la que generar al menos un segundo plan de movimiento puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento donde la segunda pose se basa al menos en parte en la información de la imagen recibida a través del al menos un sensor de imagen transportado por el segundo apéndice en la segunda pose. El método puede incluir además: después de hacer que el primer apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y la respectiva segunda pose, generar al menos un primer plan de movimiento actualizado para el primer apéndice que mueve el primer apéndice entre una respectiva pose actual o respectiva pose esperada a la segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre los apéndices primero y segundo; y después de hacer que el segundo apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y la respectiva segunda pose, generar al menos un segundo plan de movimiento actualizado para el segundo apéndice que mueve el segundo apéndice entre una respectiva pose actual o respectiva pose esperada a la respectiva segunda pose dentro del segundo volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices. El método puede incluir además: después de hacer que el primer apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y la respectiva segunda pose, generar al menos un primer plan de movimiento actualizado para el primer apéndice que mueve el primer apéndice entre una respectiva pose actual o respectiva pose esperada a la segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre los apéndices primero y segundo. El al menos un sensor puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad montados en una parte del cuerpo del robot autopropulsado que no es un apéndice, y recibir información a través de al menos un sensor puede incluir recibir la información a través de uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad. El método puede incluir además: generar dinámicamente una pluralidad de primeros planes de movimiento actualizados mientras se hace que el primer apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y la respectiva segunda pose. El sistema robótico puede incluir un primer robot autopropulsado, y generar al menos un primer plan de movimiento puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer robot autopropulsado a través de al menos una parte de un entorno de embalaje. El sistema robótico puede incluir al menos un tercer apéndice que transporta al menos uno de un sensor respectivo o un efector final respectivo, el tercer apéndice puede moverse dentro de un tercer volumen operativo, al menos una parte del tercer volumen operativo se superpone con al menos una parte de al menos uno de los volúmenes operativos primero o segundo de manera que los apéndices primero, segundo y tercero puedan colisionar físicamente entre sí, el método puede incluir: generar al menos un tercer plan de movimiento para un tercer apéndice que mueve el tercer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del tercer volumen operativo sin colisiones al menos entre el primero, el segundo y el tercer apéndice; y hacer que el tercer apéndice se mueva según el tercer plan de movimiento. Generar al menos un primer movimiento. El plan para el primer apéndice puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice basándose en la ubicación de al menos un ser humano y que elimine o reduzca una probabilidad de una colisión entre al menos el primer apéndice y al menos un ser humano. Generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice basándose en una copa de una pluralidad de árboles que elimina o reduce una probabilidad de una colisión entre el apéndice y la copa de la pluralidad de árboles. El sistema robótico puede realizar las acciones de forma autónoma.

Un sistema robótico para envasar fruta en cajas se puede resumir como que incluye: al menos un primer apéndice móvil dentro de un primer volumen operativo; al menos un procesador de planificación de movimiento; y al menos un medio legible por el procesador no transitorio que almacena al menos una de las instrucciones o datos ejecutables por el procesador que, cuando se ejecutan por el al menos un procesador de planificación de movimiento, hace que al

menos un procesador de planificación de movimiento: genere al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice que mueve el primer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones, la segunda pose que ubica el al menos un efector final transportado por el primer apéndice al menos uno por encima o dentro de una caja para colocar una pieza de fruta en la caja; y haga que el primer apéndice se mueva según el primer plan de movimiento.

Un método de funcionamiento en un sistema robótico para realizar acciones en un entorno poblado por humanos, el sistema robótico que incluye un primer apéndice y al menos un segundo apéndice, el primer y el segundo apéndices móviles dentro de un primer volumen operativo y un segundo volumen operativo, respectivamente, al menos una parte del segundo volumen operativo se superpone con al menos una parte del primer volumen operativo de manera que los apéndices primero y segundo pueden colisionar físicamente entre sí, el método se puede resumir como que incluye: generar al menos un primer plan de movimiento para un primer apéndice que mueve el primer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices, la segunda pose que ubica una parte del primer apéndice para interactuar con al menos un objeto en el entorno; generar al menos un segundo plan de movimiento para un segundo apéndice que mueve el segundo apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del segundo volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices; hacer que el primer apéndice se mueva según el primer plan de movimiento; y hacer que el segundo apéndice se mueva según el segundo plan de movimiento.

Generar un primer plan de movimiento y un segundo plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento y un segundo plan de movimiento en los que la segunda pose de al menos uno del primer apéndice o el segundo apéndice es una pose en la que al menos un objeto en el entorno se mueve de una ubicación a otra ubicación en el entorno. Generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca una parte del primer apéndice para transferir al menos un objeto en el entorno entre el primer y el segundo apéndices sin colisiones. Generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que el primer apéndice se mueve entre la primera y la segunda pose respectivas mientras mantiene un objeto sostenido por el primer apéndice en una orientación vertical a través del movimiento entre la primera y la segunda pose. Generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que el primer apéndice sostiene una primera parte de un objeto en el entorno para resistir el giro del mismo, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que el segundo apéndice hace que una segunda parte del objeto en el entorno gire la segunda parte con respecto a la primera parte. El primer apéndice puede sostener un primer implemento, y generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que el primer implemento se mueva desde la primera pose a la segunda pose muy cerca de un primer ser humano en el entorno. El primer apéndice puede contener un primer implemento, y generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que el primer implemento se mueva desde la primera pose a la segunda pose en contacto con una parte de un primer ser humano en el entorno. El primer apéndice puede contener un primer peine o cepillo, y generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que el primer peine o cepillo se mueva desde la primera pose a la segunda pose en contacto con al menos uno de los cabellos o dientes de un primer ser humano en el entorno. El primer apéndice puede sostener a un primer ser humano, y generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que el primer apéndice se mueva de la primera pose a la segunda pose mientras transporta al primer ser humano. Generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca una parte del primer apéndice para acoplar operativamente un cajón en un entorno, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice en al menos uno de los lugares o recupera un objeto del cajón. El primer apéndice puede transportar un efector final y generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que el primer apéndice cambia la orientación de un primer objeto cuando el primer objeto es agarrado por el efector final. El primer apéndice puede transportar un efector final respectivo, el segundo apéndice puede transportar un efector final respectivo, y generar un primer plan de movimiento y un segundo plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento y un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose de al menos uno de los primer y segundo apéndices es una pose en la que un objeto es transferible desde el efector final respectivo transportado por uno de los primer y segundo apéndices al efector final respectivo transportado por el otro del primero o el segundo apéndices. Generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento que se adapte a al menos una restricción médica que se aplique a un primer ser humano en el entorno. El sistema robótico que incluye al menos un sensor, y el método puede incluir además: capturar sucesivamente información que representa al menos uno de los volúmenes operativos del espacio en el que funciona al menos uno del primer o segundo apéndice; determinar sucesivamente un número de planes de movimiento sucesivos basándose al menos en parte en la información capturada; y hacer sucesivamente que al menos uno del primer o segundo apéndice se mueva a cada una de una pluralidad de poses sucesivas según un plan de movimiento actual. La determinación sucesiva de un número de planes de movimiento sucesivos basándose, al menos en parte, en la información capturada puede incluir la determinación sucesiva de un número de planes de movimiento sucesivos que especifican una trayectoria respectiva para al menos uno de los primer y segundo apéndices que detiene al menos uno del primer o el segundo apéndice si un objeto similar a un humano que no sea un paciente o sujeto es detectado

en la trayectoria del al menos uno del primero o del segundo apéndice. La determinación sucesiva de un número de planes de movimiento sucesivos basándose, al menos en parte, en la información capturada puede incluir la determinación sucesiva de un número de planes de movimiento sucesivos que especifican una trayectoria respectiva para al menos uno de los primer y segundo apéndices que proporciona una trayectoria posterior a través de una parte del volumen operativo del espacio para al menos uno de los primer y segundo apéndices que mueve al menos uno de los primer y segundo apéndices entre un número de poses sucesivas y que evita un objeto dinámico que de otro modo presentaría un riesgo de colisión por encima de un umbral definido para la primera trayectoria anterior. El sistema robótico puede incluir un robot autopropulsado, y la determinación sucesiva de un número de planes de movimiento sucesivos basándose al menos en parte en la información capturada puede incluir la determinación sucesiva de un número de planes de movimiento sucesivos que especifican una trayectoria respectiva para el robot autopropulsado que detiene el robot autopropulsado si se detecta un objeto similar a un humano que no sea un paciente o sujeto en la trayectoria del robot autopropulsado. El sistema robótico puede incluir un robot autopropulsado, y determinar sucesivamente un número de planes de movimiento sucesivos basándose, al menos en parte, en la información capturada puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el robot autopropulsado que cambia la trayectoria del robot autopropulsado para evitar un objeto de aspecto humano distinto de un paciente o sujeto que se detecta en la trayectoria del robot autopropulsado, sin detener un movimiento del robot autopropulsado. Al menos uno de los primeros o segundos apéndices puede transportar al menos un sensor, y generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice o un segundo plan de movimiento para el segundo apéndice puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento o un segundo plan de movimiento basado al menos en parte en información que representa al menos una parte del entorno detectado por ese al menos un sensor. El al menos un sensor puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad, y el método puede incluir además: capturar sucesivamente información que representa al menos una parte del primer entorno a través de uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento y, o, uno o más sensores de proximidad. El método puede incluir además: después de hacer que el primer apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y la respectiva segunda pose, generar al menos un primer plan de movimiento actualizado para el primer apéndice que mueve el primer apéndice entre una respectiva pose actual o respectiva pose esperada a la segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre los apéndices primero y segundo. El método puede incluir además: generar dinámicamente una pluralidad de primeros planes de movimiento actualizados mientras se hace que el primer apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y la respectiva segunda pose. El método puede incluir además: después de hacer que el primer apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y la respectiva segunda pose, generar al menos un primer plan de movimiento actualizado para el primer apéndice que mueve el primer apéndice entre una respectiva pose actual o respectiva pose esperada a la segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre los apéndices primero y segundo; y después de hacer que el segundo apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y la respectiva segunda pose, generar al menos un segundo plan de movimiento actualizado para el segundo apéndice que mueve el segundo apéndice entre una respectiva pose actual o respectiva pose esperada a la respectiva segunda pose dentro del segundo volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices. El sistema robótico puede incluir al menos un tercer apéndice que transporta al menos uno de un sensor respectivo o un efector final respectivo, el tercer apéndice puede moverse dentro de un tercer volumen operativo, al menos una parte del tercer volumen operativo se superpone con al menos una parte de al menos uno de los volúmenes operativos primero o segundo de manera que el primero, el segundo y el tercer apéndice son capaces de colisionar físicamente entre sí, el método puede incluir: generar al menos un tercer plan de movimiento para un tercer apéndice que mueve el tercer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda respectiva posarse dentro del tercer volumen operativo sin colisiones al menos entre el primero, el segundo y el tercer apéndices; hacer que el tercer apéndice se mueva según el tercer plan de movimiento. El sistema robótico puede realizar las acciones de forma autónoma.

Un sistema robótico para realizar acciones en un entorno poblado por humanos se puede resumir como que incluye: un primer apéndice móvil dentro de un primer volumen operativo; un segundo apéndice móvil dentro de un segundo volumen operativo, al menos una parte del segundo volumen operativo se superpone con al menos una parte del primer volumen operativo de manera que el primer y segundo apéndice pueden colisionar físicamente entre sí; al menos un procesador de planificación de movimiento; y al menos un medio legible por el procesador no transitorio que almacena al menos una de las instrucciones o datos ejecutables por el procesador que, cuando se ejecutan por el al menos un procesador de planificación de movimiento, hace que al menos un procesador de planificación de movimiento: genere al menos un primer plan de movimiento para un primer apéndice que mueve el primer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices, la segunda pose que ubica una parte del primer apéndice para interactuar con al menos un objeto en el entorno; genere al menos un segundo plan de movimiento para un segundo apéndice que mueve el segundo apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del segundo volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices; haga que el primer apéndice se mueva según el primer plan de movimiento; y haga que el segundo apéndice se mueva

según el segundo plan de movimiento.

El sistema robótico para realizar acciones en un entorno poblado por humanos puede incluir instrucciones o datos ejecutables por el procesador que, cuando se ejecutan por al menos un procesador de planificación de movimiento, pueden hacer que al menos un procesador de planificación de movimiento realice cualquiera de los métodos descritos anteriormente.

La al menos una de las instrucciones o datos ejecutables por el procesador, cuando es ejecutada por el al menos un procesador, puede hacer además que el al menos un procesador realice cualquiera de los métodos descritos anteriormente.

Breve descripción de los dibujos

En los dibujos, los números de referencia idénticos identifican elementos o acciones similares. Los tamaños y las posiciones relativas de los elementos en los dibujos no están necesariamente a escala. Por ejemplo, las formas de varios elementos y ángulos no se dibujan a escala, y algunos de estos elementos se amplían y colocan arbitrariamente para mejorar la legibilidad del dibujo. Además, las formas particulares de los elementos como se dibujan no pretenden transmitir ninguna información sobre la forma real de los elementos particulares, y se han seleccionado únicamente para facilitar su reconocimiento en los dibujos.

La figura 1 es una vista esquemática de un entorno en el que puede funcionar un robot, según una realización ilustrada.

La figura 2 es un diagrama de bloques funcional de un sistema de control de un robot que puede funcionar en el entorno de la figura 1, según una realización ilustrada.

La figura 3 es una vista esquemática del entorno de la figura 1 en el que puede funcionar el robot, que ilustra la transición del robot desde una posición en el espacio tridimensional (3D) a otra posición en el espacio 3D en el entorno y una representación de un volumen barrido por un apéndice del robot en la transición entre una posición en el espacio 3D a otra posición en el espacio 3D, según una realización ilustrada.

La figura 4A es un gráfico de planificación de movimiento de ejemplo para el robot de la figura 1, incluidos los bordes del gráfico de planificación para el que se ha determinado que la transición correspondiente daría como resultado una colisión entre el robot y uno o más obstáculos en el entorno, según una realización ilustrada.

La figura 4B es un gráfico de planificación de movimiento de ejemplo para el robot de la figura 1 en el que se han eliminado los bordes del gráfico de planificación para los cuales se ha determinado que la transición correspondiente daría como resultado una colisión entre el robot y uno o más obstáculos en el entorno según una realización ilustrada.

La figura 5 es un diagrama de flujo que muestra un método de funcionamiento en un sistema robótico con respecto a la preparación de equipos, según una realización ilustrada.

La figura 6 es un diagrama de flujo que muestra un método de funcionamiento en un sistema robótico con respecto a la preparación de equipos útil en el método de la figura 5, según una realización ilustrada.

La figura 7 es un diagrama de flujo que muestra un método de funcionamiento en un sistema robótico con respecto a los transportadores, según una realización ilustrada.

La figura 8 es un diagrama de flujo que muestra un método de funcionamiento en un sistema robótico con respecto a sujetadores roscados, según una realización ilustrada.

La figura 9 es un diagrama de flujo que muestra un método de funcionamiento en un sistema robótico con respecto a las inspecciones, según una realización ilustrada.

La figura 10 es un diagrama de flujo que muestra un método de funcionamiento en un sistema robótico con respecto a la autocalibración, según una realización ilustrada.

La figura 11 es un diagrama de flujo que muestra un método de funcionamiento en un sistema robótico que funciona en un volumen de espacio que es habitable por objetos estáticos y objetos dinámicos que incluyen humanos, según una realización ilustrada.

La figura 12 es un diagrama de flujo que muestra un método de funcionamiento en un sistema robótico con respecto al agarre multimanual, según una realización ilustrada.

La figura 13 es un diagrama de flujo que muestra un método de funcionamiento en un sistema robótico con respecto al agarre multimanual útil en el método de la figura 12, según una realización ilustrada.

La figura 14 es un diagrama de flujo que muestra un método de funcionamiento en un sistema robótico con respecto al agarre mediante el tacto, según una realización ilustrada.

La figura 15 es un diagrama de flujo que muestra un método de funcionamiento en un sistema robótico con respecto

al agarre por tacto útil en el método de la figura 14, según una realización ilustrada.

La figura 16 es un diagrama de flujo que muestra un método de funcionamiento en un sistema robótico con respecto a la información recogida por un sensor transportado por un apéndice, según una realización ilustrada.

5 La figura 17 es un diagrama de flujo que muestra un método de funcionamiento en un sistema robótico relacionado con el empaquetado de cajas, según una realización ilustrada.

La figura 18 es un diagrama de flujo que muestra un método de funcionamiento en un sistema robótico con respecto al empaquetado de cajas útil en el método de la figura 17, según una realización ilustrada.

La figura 19 es un diagrama de flujo que muestra un método de funcionamiento en un sistema robótico con respecto a la inspección de estantes, según una realización ilustrada.

10 La figura 20 es un diagrama de flujo que muestra un método de funcionamiento en un sistema robótico relacionado con el manejo de equipaje, según una realización ilustrada.

La figura 21 es un diagrama de flujo que muestra un método de funcionamiento en un sistema robótico relacionado con el reciclaje, según una realización ilustrada.

15 La figura 22 es un diagrama de flujo que muestra un método de funcionamiento en un sistema robótico relacionado con procedimientos médicos, según una realización ilustrada.

La figura 23 es un diagrama de flujo que muestra otro método de funcionamiento en un sistema robótico relacionado con procedimientos médicos, según una realización ilustrada.

La figura 24 es un diagrama de flujo que muestra un método de funcionamiento en un sistema robótico relacionado con procedimientos dentales, según una realización ilustrada.

20 La figura 25 es un diagrama de flujo que muestra un método de funcionamiento en un sistema robótico relacionado con procedimientos dentales útiles en el método de la figura 24, según una realización ilustrada.

La figura 26 es un diagrama de flujo que muestra un método de funcionamiento en un sistema robótico relacionado con drones, según una realización ilustrada.

25 La figura 27 es un diagrama de flujo que muestra un método de funcionamiento en un sistema robótico con respecto a la construcción, según una realización ilustrada.

La figura 28 es un diagrama de flujo que muestra un método de funcionamiento en un sistema robótico con respecto a la construcción útil en el método de la figura 27, según una realización ilustrada.

La figura 29 es un diagrama de flujo que muestra un método de funcionamiento en un sistema robótico relacionado con la pintura, según una realización ilustrada.

30 La figura 30 es un diagrama de flujo que muestra un método de funcionamiento en un sistema robótico con respecto a la inspección de líneas, según una realización ilustrada.

La figura 31 es un diagrama de flujo que muestra un método de funcionamiento en un sistema robótico con respecto a la inspección de líneas útiles en el método de la figura 30, según una realización ilustrada.

35 La figura 32 es un diagrama de flujo que muestra un método de funcionamiento en un sistema robótico relacionado con la recogida de frutas, según una realización ilustrada.

La figura 33 es un diagrama de flujo que muestra un método de funcionamiento en un sistema robótico para interactuar con plantas, según una realización ilustrada.

La figura 34 es un diagrama de flujo que muestra un método de funcionamiento en un sistema robótico para envasar frutas en cajas, según una realización ilustrada.

40 La figura 35 es un diagrama de flujo que muestra un método de funcionamiento en un sistema robótico para realizar acciones en un entorno poblado por humanos, según una realización ilustrada.

La figura 36 es un diagrama de flujo que muestra un método de funcionamiento en un sistema robótico para realizar acciones en un entorno poblado por humanos útil en el método de la figura 35, según una realización ilustrada.

Descripción detallada

45 En la siguiente descripción, se exponen ciertos detalles específicos para proporcionar una comprensión completa de las diversas realizaciones descritas. Sin embargo, un experto en la técnica pertinente reconocerá que las realizaciones se pueden practicar sin uno o más de estos detalles específicos, o con otros métodos, componentes, materiales, etc.

En otros casos, estructuras bien conocidas asociadas con sistemas informáticos, sistemas actuadores y/o las redes de comunicaciones no se han mostrado ni descrito en detalle para evitar oscurecer innecesariamente las descripciones de las realizaciones. En otros casos, los métodos y técnicas de visión artificial bien conocidos para generar datos de percepción y representaciones volumétricas de uno o más objetos y similares no se han descrito en detalle para evitar oscurecer innecesariamente las descripciones de las realizaciones.

A menos que el contexto requiera lo contrario, a lo largo de la especificación y las reivindicaciones que siguen, la palabra "comprender" y sus variaciones, como "comprende" y "que comprende" deben interpretarse en un sentido abierto e inclusivo, es decir, como "que incluye, pero no limitado a."

La referencia a lo largo de esta especificación a "una realización" significa que una característica, estructura o característica particular descrita con respecto a la realización está incluida en al menos una realización. Por lo tanto, las apariciones de las frases "en una realización" en varios lugares a lo largo de esta memoria descriptiva no necesariamente se refieren todas a la misma realización. Además, las características, estructuras o características particulares pueden combinarse de cualquier manera adecuada en una o más realizaciones.

Tal como se utiliza en esta memoria descriptiva y en las reivindicaciones adjuntas, las formas singulares "un", "una", "el" y "la" incluyen referentes plurales a menos que el contenido indique claramente lo contrario. También se debe tener en cuenta que el término "o" generalmente se emplea en su sentido que incluye "y/o" a menos que el contenido indique claramente lo contrario.

Los títulos y el compendio de la descripción proporcionados en la presente memoria descriptiva son solo por conveniencia y no interpretan el alcance o el significado de las realizaciones.

La figura 1 muestra un entorno 100 operativo en el que puede funcionar un robot 102, según una realización ilustrada. En aras de la brevedad, el entorno 100 operativo se denomina aquí entorno 100. El entorno representa un espacio bidimensional o tridimensional en el que el robot 102 puede funcionar y moverse. El robot 102 puede ser cualquier tipo de robot, incluyendo, pero sin limitarse a: un brazo cartesiano selectivamente adaptable para el ensamblaje robótico (SCARA), cilíndrico, delta, polar y articulado verticalmente. El robot también puede ser un automóvil, avión, dron o cualquier otro vehículo que pueda funcionar de forma autónoma o semiautónoma (es decir, al menos parcialmente autónoma) y moverse en el espacio representado por el entorno 100. El entorno 100 es el espacio de dos o tres dimensiones en el que funciona el robot y es diferente del "espacio de configuración" del robot (a menudo llamado "espacio C") a los que se hace referencia a continuación con respecto a los gráficos de planificación de movimiento de las figuras 4A y 4B y como se explica en la solicitud de patente Internacional No. PCT/US2017/036880, presentada el 9 de junio de 2017 titulada "MOTION PLANNING FOR AUTONOMOUS VEHICLES AND RECONFIGURABLE MOTION PLANNING PROCESSORS", y en la publicación de solicitud de patente Internacional No. WO 2016/122840, presentada el 5 de enero de 2016, titulada "SPECIALIZED ROBOT MOTION PLANNING HARDWARE AND METHODS OF MAKING AND USING SAME". El espacio de configuración es típicamente de muchas dimensiones. (es decir, mayor de 3 dimensiones). En particular, cada nodo del gráfico de planificación representa un estado del robot que puede incluir, pero no se limita a, una configuración particular del robot (que es la especificación completa de un conjunto particular de posiciones de articulaciones del robot), una pose, una velocidad y un rumbo del robot. Cada borde del gráfico de planificación representa una transición del robot de un estado a otro.

Haciendo referencia a la figura 1, el entorno 100 puede incluir regiones de colisión de obstáculos. Estas regiones de colisión de obstáculos pueden deberse a objetos estáticos (por ejemplo, edificios, árboles, rocas, muebles, etc.) u objetos dinámicos (por ejemplo, otros robots, vehículos, personas, animales, rocas rodantes, pájaros, etc.) en el entorno 100. Por ejemplo, el obstáculo 112 A y el obstáculo 104 B representan objetos que crean regiones de colisión en el entorno 100 de manera que es posible que el robot 102 colisione con el obstáculo 112 A o el obstáculo 104 B si el robot 102 intenta ocupar el mismo espacio dentro el entorno 100 al mismo tiempo que el obstáculo 112 A o el obstáculo 104 B. En varias realizaciones, puede haber menos objetos o más que los que se muestran en la figura 1. Por ejemplo, dichos entornos y tareas pueden incluir menos objetos o más y pueden incluir, pero no se limita a: equipamiento, transportadores, sujetadores roscados, inspecciones, autocalibración, un volumen de espacio habitable por objetos estáticos y objetos dinámicos, incluidos humanos, agarre manual múltiple, agarre al tacto, información recogida por un sensor transportado por un apéndice, empaquetado de cajas, inspección de estantes, manejo de equipaje, reciclaje, procedimientos médicos, procedimientos dentales, drones, construcción, pintura, inspección de líneas, recogida de frutas, interacción con plantas, empaquetado de frutas en cajas y un entorno poblado por humanos.

Los desafíos para la planificación de movimientos implican la capacidad de realizar la planificación de movimientos a un coste relativamente bajo, pero a velocidades muy rápidas y con frecuencia a medida que cambian las características del propio robot. Por ejemplo, tales características pueden incluir, pero no se limitan a, el volumen que se considera ocupado por el robot cuando el robot sostiene objetos de varios tamaños, cuando cambia a un efector final diferente o cuando cambia a un apéndice diferente. Por lo tanto, es ventajoso para el robot 102 mantenerse al día con esos cambios para realizar el movimiento. Involucrados con esto están los desafíos para representar, comunicar y comparar de manera eficiente el espacio que se considera ocupado por el robot 102 y los obstáculos en el entorno 100. Por ejemplo, como se muestra en la figura 1, el obstáculo 112 A está actualmente frente al robot 102. Es ventajoso para el robot 102 poder determinar rápida y eficientemente qué movimientos del brazo 106 robótico (y cualquier movimiento del robot 102) darían como resultado una colisión con el obstáculo 112 A. Por lo tanto, la presente descripción

proporciona soluciones que permitirían al robot 102 representar, comunicar y comparar eficientemente el espacio ocupado por el robot 102 y el obstáculo 112 A en el entorno 100 para facilitar la determinación de qué movimientos del brazo 106 robótico darían como resultado una colisión con el obstáculo 112 A. Los desafíos para la planificación del movimiento también implican la capacidad de realizar planificación de movimiento a un coste relativamente bajo y velocidades muy rápidas para diversos entornos y tareas. Por ejemplo, estos diversos entornos y tareas pueden incluir, pero no se limitan a: equipamiento, transportadores, sujetadores roscados, inspecciones, autocalibración, un volumen de espacio habitable por objetos estáticos y objetos dinámicos, incluidos humanos, agarre multimanual, agarre al tacto, información recogida por un sensor transportado por un apéndice, embalaje de cajas, inspección de estantes, manejo de equipaje, reciclaje, procedimientos médicos, procedimientos dentales, drones, construcción, pintura, inspección de líneas, recogida de frutas, interacción con plantas, embalaje de fruta en cajas y un ambiente poblado por humanos. Por lo tanto, la presente descripción proporciona soluciones que mejoran el funcionamiento del robot 102 para realizar tareas tan diversas en diversos entornos.

Aunque la figura 1 ilustra un entorno 100 representativo, los entornos típicos pueden incluir muchos objetos y entidades adicionales, incluidos objetos que corresponden a otros robots y varios otros objetos y obstáculos naturales o artificiales, estáticos y dinámicos. Los conceptos que se enseñan aquí se pueden emplear de manera similar con un entorno más poblado que el ilustrado.

La figura 2 y el siguiente análisis proporcionan una breve descripción general de un sistema 200 de control del robot adecuado en el que se pueden implementar varios métodos y sistemas de planificación de movimiento ilustrados y descritos, según una realización ilustrada.

Aunque no es obligatorio, muchas de las realizaciones se describirán en el contexto general de instrucciones ejecutables por ordenador, tales como módulos de aplicación de programa, objetos o macros almacenados en medios legibles por ordenador o procesador y ejecutados por uno o más ordenadores o procesadores que puede realizar evaluaciones de colisión y operaciones de planificación de movimiento. Tales operaciones de planificación de movimiento pueden incluir, pero no se limitan a, una o más de: generar una o más representaciones discretizadas de volúmenes barridos del robot asociados con bordes de gráficos de planificación; determinar cuál de un número de discretizaciones usar para generar representaciones discretizadas de volúmenes barridos del robot; generar representaciones discretas del entorno en el que funcionará el robot 102, incluidos los obstáculos del entorno; determinar cuál de un número de discretizaciones usar para generar una representación discretizada del entorno; determinar una pluralidad de gráficos de planificación; almacenar la pluralidad determinada de gráficos de planificación y conjuntos respectivos de información de borde; generar información que representa un volumen barrido por al menos una parte del robot 102 en transición entre los estados representados por los nodos de los gráficos de planificación; realizar una evaluación de colisión en los bordes de un gráfico de planificación; proporcionar conjuntos de información de borde para los gráficos de planificación; identificar uno o más resultados optimizados a partir de los gráficos de planificación; verificación de colisiones para colisiones entre representaciones discretizadas de volúmenes barridos asociados con bordes de gráficos de planificación y representaciones discretizadas de obstáculos en el entorno en el que funcionará el robot 102; determinar si la optimización produce trayectorias libres de colisiones para el robot 102; e implementar un plan de movimiento para el robot 102.

El robot 102 de la figura 1 tiene sensores, tales como los sensores 282 que se muestran en la figura 2, que envían datos de percepción a uno o más procesadores, tal como el procesador 212a. Los datos de percepción son un flujo cuyos vóxeles o cajas están presentes en el entorno actual. Estos datos son generados por (o proporcionados a) uno o más procesadores, tal como el procesador 212a, en forma de cuadrícula de ocupación. En particular, al representar un robot o un objeto en el entorno 100 (por ejemplo, un obstáculo), uno puede representar sus superficies como vóxeles (píxeles 3D) o mallas de polígonos (a menudo triángulos). Cada región discretizada del espacio se denomina "vóxel", equivalente a un píxel 3D (volumétrico). En algunos casos, es ventajoso representar los objetos como cajas (prismas rectangulares). Debido al hecho de que los objetos no tienen formas aleatorias, puede haber una cantidad significativa de estructuras en la forma en que se organizan los vóxeles; muchos vóxeles en un objeto están inmediatamente uno al lado del otro en el espacio 3D. Por lo tanto, representar objetos como cajas puede requerir muchos menos bits (es decir, puede requerir solo las coordenadas cartesianas x, y, z para dos esquinas opuestas de la caja). Además, hacer pruebas de intersección para cajas es comparable en complejidad a hacerlo para vóxeles.

Muchas realizaciones pueden combinar las salidas de múltiples sensores y los sensores pueden proporcionar una voxelización de granularidad muy fina. Sin embargo, para que el robot 102 realice de manera eficiente la planificación del movimiento, el procesador 212a del robot 102 puede usar vóxeles más gruesos (es decir, "vóxeles del procesador") para representar el entorno y el volumen del espacio 3D barrido por el robot 102 cuando realiza transiciones entre varios estados. Así, el sistema 200 puede transformar la salida de los sensores 282 en consecuencia. Por ejemplo, la salida de los sensores 282 puede usar 10 bits de precisión en cada eje, por lo que cada vóxel se origina directamente desde los sensores 282 (es decir, un "vóxel sensor") tiene una identificación de 30 bits, y hay 2^{30} vóxeles sensores. El sistema 200 usa (en tiempo de diseño y tiempo de ejecución) 6 bits de precisión en cada eje para una identificación (ID) de vóxel del procesador de 18 bits, y hay 2^{18} vóxeles del procesador. Así hay 2^{12} vóxeles de sensor por vóxel del procesador. En tiempo de ejecución, si el sistema 200 determina que alguno de los vóxeles de sensor dentro de un vóxel del procesador está ocupado, el sistema 200 considera que el vóxel del procesador está ocupado y genera la cuadrícula de ocupación en consecuencia.

Cada borde de un gráfico de planificación para el robot 102 también tiene un número de véxeles (o cajas) correspondientes al volumen del espacio 3D barrido por el robot 102 al hacer la transición en el gráfico de planificación de un estado a otro representado por ese borde. Esos véxeles o cajas barridas por el robot 102 al hacer la transición en el gráfico de planificación de un estado a otro representado por ese borde pueden almacenarse para cada borde del gráfico de planificación en la memoria fuera del chip dedicada al gráfico de planificación, tal como en la memoria 284 de información de borde de gráfico de planificación. En varias otras realizaciones, los véxeles o cajas barridas por el robot 102 al hacer la transición en el gráfico de planificación de un estado a otro representado por ese borde pueden almacenarse para cada borde del gráfico de planificación en otras ubicaciones, tal como en la memoria en chip en uno o más circuitos integrados de aplicación específica (ASIC), por ejemplo.

En una realización, la evaluación de la colisión se realiza transmitiendo primero todos los véxeles (o cajas) de obstáculos a un procesador, tal como el procesador 212a. Por ejemplo, los véxeles (o cajas) de obstáculos que representan el entorno 100, incluidos el obstáculo 112 A y el obstáculo 104 B, pueden transmitirse al procesador 212a y almacenarse en la memoria 294 del entorno. La memoria 294 del entorno es una memoria en chip del procesador 212a. En algunas realizaciones, la memoria 294 del entorno puede ser una memoria de acceso aleatorio (RAM) de bloques (BRAM) en una matriz de puertas programables en campo (FPGA). En algunas realizaciones, la BRAM puede ser una unidad de memoria de dos puertos configurable y dedicada que contiene varios kilobits de memoria de acceso aleatorio (RAM). La FPGA contiene varios de estos bloques. Luego, la información de borde para cada borde del gráfico de planificación para el robot 102 se transmite desde la memoria fuera del chip dedicada al gráfico de planificación, como desde la memoria 284 de información de borde del gráfico de planificación. Para cada véxel (o cuadro) de borde, cuando se transmite desde el volumen barrido de un borde, si colisiona con cualquiera de los véxeles (o cajas) de obstáculos, el procesador 212a determina una colisión con ese borde en el gráfico de planificación.

Por ejemplo, cuando se transmite un véxel de borde desde el volumen barrido del borde x del gráfico de planificación, el procesador 212a puede usar un circuito booleano para comparar el véxel de borde con todos los véxeles de obstáculos (o cajas) almacenados en la memoria 294 del entorno. Si el sistema 200 determina que el véxel del borde colisiona con cualquiera de los véxeles (o cajas) de obstáculos basándose en la comparación, el sistema 200 detecta una colisión con el borde x. Esta realización mejora la tecnología de evaluación de colisiones porque permite utilizar gráficos de planificación mucho más grandes en la evaluación de colisiones en comparación con otros diseños en los que la evaluación de colisiones se realiza en paralelo en todos los bordes del gráfico de planificación. En particular, esto ayuda a superar la desventaja de otros diseños con respecto a una cantidad limitada de información gráfica de planificación que podría almacenarse en el circuito del chip del procesador. Con el método de evaluación de colisiones descrito en este documento, el almacenamiento en el chip, como la memoria 294 del entorno, suele ser más que suficiente para almacenar todas las cajas de obstáculos (aunque puede ser menos con el uso de véxeles). Esto proporciona la capacidad de almacenar grandes gráficos de planificación y/o múltiples gráficos de planificación en un almacenamiento fuera del chip menos caro. Por ejemplo, esto proporciona la capacidad de almacenar grandes gráficos de planificación y/o múltiples gráficos de planificación en la memoria 284 de información de borde de gráfico de planificación que, en algunas realizaciones, es un tipo de memoria menos cara, tal como la memoria dinámica de acceso aleatorio (DRAM).

En varias realizaciones, dichas operaciones pueden realizarse completamente en circuitos de hardware o como software almacenado en un almacenamiento de memoria, tal como la memoria 214 del sistema, y ejecutado por uno o más procesadores de hardware 212a, tal como uno o más microprocesadores, procesadores de señales digitales (DSP), conjuntos de puertas programables en campo (FPGA), circuitos integrados específicos de aplicación (ASIC), unidades de procesamiento gráfico (GPU), controladores lógicos programados (PLC), memorias de solo lectura programables eléctricamente (EEPROM), o como una combinación de circuitos de hardware y software almacenado en el almacenamiento de la memoria.

Además, la implementación de varios aspectos relevantes de la percepción, la construcción de gráficos de planificación, la detección de colisiones y la búsqueda de rutas también se describen en la solicitud de patente Internacional No. PCT/US2017/036880, presentada el 9 de junio de 2017 titulada "MOTION PLANNING FOR AUTONOMOUS VEHICLES AND RECONFIGURABLE MOTION PLANNING PROCESSORS", la publicación de solicitud de patente Internacional No. WO 2016/122840, presentada el 5 de enero de 2016, titulada "SPECILIAZED ROBOT MOTION PLANNING HARDWARE AND METHODS OF MAKING AND USING SAME", la solicitud de patente de EE.UU. No. 62/616,783, presentada el 12 de enero de 2018, titulada "APARATUS, METHOD AND ARTICLE TO FACILITATE MOTION PLANNING OF AN AUTONOMOUS VEHICLE IN AN ENVIRONMENT HAVING DYNAMIC OBJECTS" y la solicitud de patente de EE.UU. No. 62/646,102, presentada el 21 de marzo de 2018, titulada "MOTION PLANNING OF ROBOT FOR VARIOUS ENVIRONMENTS AND TASKS AND IMPROVED OPERATION OF SAME". Los expertos en la técnica pertinente apreciarán que las realizaciones ilustradas, así como otras realizaciones, se pueden practicar con otras estructuras y disposiciones del sistema y/u otras estructuras y disposiciones de sistemas informáticos, incluidos los de robots, dispositivos portátiles, sistemas de multiprocesador, productos electrónicos de consumo programables o basados en microprocesadores, ordenadores personales ("PC"), PC en red, miniordenadores, ordenadores centrales y similares partes del mismo (por ejemplo, en tiempo de diseño y tiempo previo a la ejecución) se puede practicar en entornos informáticos distribuidos donde las tareas o los módulos son realizados por dispositivos de procesamiento remotos, que están vinculados a través de una red de comunicaciones. En un entorno informático distribuido, los módulos de programa pueden estar ubicados en dispositivos o medios de almacenamiento de memoria local y remota. Sin embargo, dónde y cómo se almacenan ciertos tipos de información es importante para ayudar a mejorar la planificación del movimiento.

Por ejemplo, varias soluciones de planificación de movimiento "incorporan" una hoja de ruta (es decir, un gráfico de planificación) en el procesador, y cada borde en la hoja de ruta corresponde a un circuito booleano no reconfigurable del procesador. El diseño en el que el gráfico de planificación que se "incorpora" en el procesador plantea el problema de tener circuitos de procesador limitados para almacenar gráficos de planificación múltiples o grandes.

Una solución proporciona un diseño reconfigurable que coloca la información del gráfico de planificación en el almacenamiento de la memoria. Con tal solución, una vez más hay información para cada borde del gráfico de planificación, pero esta información se almacena en la memoria en lugar de integrarse en un circuito. Cada borde corresponde a un movimiento del robot 102, y cada movimiento barre un volumen del espacio 3D. Este volumen barrido colisiona con cierto número de vóxeles de obstáculos (o cajas, o como se decida representar los obstáculos en varias realizaciones). Con tal solución, los vóxeles con los que colisiona este borde es la información que se almacena en la memoria.

La presente descripción proporciona una solución que permite cambiar dinámicamente entre múltiples gráficos de planificación en tiempo de ejecución (es decir, reconfigurando el procesador) de una manera más eficiente, proporcionando varias mejoras sobre otros diseños. Por ejemplo, considere un robot con un efector final que pueda agarrar objetos. El brazo del robot colisiona con diferentes partes del espacio 3D cuando sostiene algo que cuando no sostiene algo. Un ejemplo es el brazo 106 robótico que sostiene una bola grande en el extremo del brazo con el efector final. El gráfico de planificación correspondiente a cuando el robot 102 "no sostiene nada" no funciona si el robot 102 sostiene algo. Por el contrario, se podría usar de manera muy conservadora el gráfico de planificación "sostener algo" incluso si el robot 102 no está sosteniendo nada, pero eso es ineficiente y requeriría el uso de un solo gráfico de planificación correspondiente al escenario en el que el robot 102 está sosteniendo el objeto más grande posible. En su lugar, en varias realizaciones, el sistema 200 construye una familia de gráficos de planificación correspondientes a diferentes características posibles, por ejemplo, "que no sostiene nada", "que sostiene una pequeña esfera de tamaño x", "que sostiene un prisma rectangular de tamaño y", etc. Estos gráficos de planificación pueden ser intercambiados dentro y fuera de la memoria de información de borde de gráfico de planificación 284 por el procesador 212a cuando el robot 102 recoge cosas y las deja. Esta solución también se aplica a un robot cuyo efector final cambia a veces. Por ejemplo, el robot 102 puede estar en una disposición que tenga un primer efector final con un primer conjunto de dimensiones. Este primer efector final puede intercambiarse por un segundo efector final con un segundo conjunto de dimensiones. Cuando el primer efector final se cambia por un segundo efector final con un segundo conjunto de dimensiones, el robot 102 estará en una disposición diferente que tiene segundo efector final. Cuando las dimensiones del segundo conjunto de dimensiones son diferentes de las dimensiones del primer conjunto de dimensiones, el volumen barrido por el robot cambia cuando se intercambian los efectores finales. También, por ejemplo, cuando el robot es un vehículo autónomo o parcialmente autónomo, el vehículo puede tener un primer conjunto de dimensiones en una primera disposición durante un primer período y el mismo vehículo puede tener un segundo conjunto de dimensiones en una segunda disposición durante un segundo período. Por ejemplo, un vehículo puede estar vacío en una primera disposición y totalmente cargado en una segunda disposición, cambiando el peso del vehículo y cambiando potencialmente la altura del vehículo sobre la carretera, el espacio libre debajo del vehículo, o incluso la trayectoria de un vehículo, por ejemplo, cuando toma una curva o un giro. Cuando las dimensiones del segundo conjunto de dimensiones son diferentes de las dimensiones del primer conjunto de dimensiones, el volumen barrido por el vehículo cambia entre la primera y la segunda disposición. Asimismo, cuando la trayectoria cambia entre la primera y la segunda disposición, el volumen barrido por el vehículo cambia entre las disposiciones. El sistema 200 almacena así diferentes gráficos de planificación en la memoria 284 de información de bordes de gráficos de planificación para diferentes efectores finales.

La creación de gráficos de planificación requiere mucho tiempo y recursos, pero con las soluciones proporcionadas aquí, uno solo tendría que hacerlo una vez, por ejemplo, antes del tiempo de ejecución. Una vez que se generan los gráficos de planificación, todos pueden almacenarse en la memoria 284 de información de borde de gráfico de planificación y es relativamente rápido y eficiente para el procesador 212a intercambiarlos dentro y fuera, o seleccionar cuál usar basándose en la característica actual del robot 102, tal como cuando el robot está agarrando un objeto de un tamaño particular.

Como se indicó anteriormente, algunas actividades de preprocesamiento se pueden realizar antes del tiempo de ejecución y, por lo tanto, en algunas realizaciones, estas operaciones se pueden realizar mediante dispositivos de procesamiento remoto, que están vinculados a través de una red de comunicaciones al sistema 200 de control del robot a través de la interfaz 260 de red. Para ejemplo, una fase de programación permite preparar el robot para el problema de interés. En tales realizaciones, se aprovecha el preprocesamiento extenso para evitar el cálculo del tiempo de ejecución. Los datos precalculados con respecto al volumen del espacio 3D barrido por el robot 102 al hacer la transición en el gráfico de planificación de un estado a otro representado por los bordes en el mapa de ruta pueden almacenarse en la memoria 284 de información de borde del gráfico de planificación y el procesador 212a puede acceder a ellos durante tiempo de ejecución. El sistema 200 también puede construir una familia de gráficos de planificación antes del tiempo de ejecución correspondiente a diferentes características dimensionales cambiantes posibles del robot que pueden ocurrir durante el tiempo de ejecución. El sistema 200 almacena entonces dichos gráficos de planificación en la memoria 284 de información de borde de gráficos de planificación.

Durante la fase de ejecución, los sensores 282 envían datos de percepción al procesador 212a. Los datos de percepción pueden ser un flujo de vóxeles o cajas que están presentes en el entorno actual y se almacenan en la

memoria 294 del entorno en el chip. Usando un circuito booleano para comparar los datos de percepción recuperados de la memoria 294 del entorno con la información almacenada en la memoria 284 de información de borde de gráfico de planificación, el procesador 212a calcula qué movimientos evitan la colisión y selecciona una ruta correspondiente en el gráfico de planificación para que la siga el robot 102. Luego, el procesador 212a se ejecuta y devuelve la ruta resultante al sistema 266 actuador.

La figura 2 muestra un sistema 200 de control del robot, tal como el del robot 102, que comprende uno o más procesadores, representados por el procesador 212a, y uno o más medios de almacenamiento legibles por ordenador no transitorios asociados, tal como la memoria 214 del sistema, el gráfico de planificación la memoria 284 de información perimetral y los medios 226 legibles por ordenador asociados con la unidad 224 de disco. Los medios de almacenamiento no transitorios legibles por ordenador o procesador asociados, incluida la memoria 214 del sistema, la memoria 284 de información perimetral de gráfico de planificación y los medios 226 legibles por ordenador asociados con la unidad 224 de disco, están acoplados comunicativamente al procesador 212a a través de uno o más canales de comunicación, tal como el bus 216 del sistema. El bus 216 del sistema puede emplear cualquier estructura o arquitectura de bus conocida, incluido un bus de memoria con controlador de memoria, un bus periférico y/o un bus local. Uno o más sensores 282 y un sistema 266 actuador también están acoplados comunicativamente al procesador 212a a través del bus 216 del sistema. Uno o más de dichos componentes también pueden estar en comunicación entre sí a través de uno o más canales de comunicación, por ejemplo, uno o más cables paralelos, cables serie o canales de red inalámbrica capaces de comunicaciones de alta velocidad, por ejemplo, un bus serie universal ("USB") 3.0, interconexión de componentes periféricos Express (PCIe) o a través de Thunderbolt®.

El sistema 200 de control del robot también puede acoplarse de forma comunicativa a sistemas remotos, por ejemplo, un ordenador de escritorio, un ordenador portátil, un ordenador ultraportátil, una tableta, un teléfono inteligente, un ordenador portátil (no se muestra) que están acoplados de manera directa o indirectamente comunicables a los diversos componentes del sistema 200 de control del robot a través de la interfaz 260 de red. Dichos sistemas remotos se pueden usar para programar, configurar, controlar o interactuar o introducir datos al sistema 200 de control del robot y varios componentes dentro del sistema 200 de control del robot. Tal conexión puede ser a través de uno o más canales de comunicación, por ejemplo, una o más redes de área amplia (WAN), por ejemplo, Internet, utilizando protocolos de Internet. Como se indicó anteriormente, los cálculos previos al tiempo de ejecución (por ejemplo, generar la familia de gráficos de planificación) pueden realizarse mediante un sistema que esté separado del robot 102 u otro robot, mientras que los cálculos del tiempo de ejecución pueden realizarse en el procesador 212 que está en el robot 102 ya que es importante que el sistema 200 pueda cambiar los gráficos de planificación para reaccionar en tiempo real a las dimensiones físicas cambiantes del robot 102.

A menos que se describa lo contrario, la construcción y el funcionamiento de los diversos bloques que se muestran en la figura 2 son de diseño convencional o se describen en la solicitud de patente internacional No. PCT/US2017/036880, presentada el 9 de junio de 2017, titulada "MOTION PLANNING FOR AUTONOMOUS VEHICLES AND RECONFIGURABLE MOTION PLANNING PROCESSORS", la publicación de solicitud de patente Internacional No. WO 2016/122840, presentada el 5 de enero de 2016, titulada "SPECIALIZED ROBOT MOTION PLANNING HARDWARE AND METHODS OF MAKING AND USING SAME", la solicitud de patente de EE.UU. No. 62/616,783, presentada el 12 de enero de 2018, titulada, "APPARATUS, METHOD AND ARTICLE TO FACILITATE MOTION PLANNING OF AUTONOMOUS VEHICLE IN AN ENVIRONMENT HAVING DYNAMIC OBJECTS" y LA Solicitud de Patente de EE.UU. No. 62/646,102, presentada el 21 de marzo de 2018, titulada "MOTION PLANNING OF A ROBOT FOR VARIOUS ENVIRONMENTS AND TASKS AND IMPROVED OPERATION OF SAME". Como resultado, tales bloques no necesitan ser descritos con mayor detalle, como los entenderán los expertos en la técnica relevante.

El sistema 200 de control del robot puede incluir una o más unidades 212 de procesamiento, la memoria 214 del sistema, la memoria 284 de información del borde del gráfico de planificación y el bus 216 del sistema que acopla varios componentes del sistema, incluida la memoria 214 del sistema y la memoria 284 de información del borde del gráfico de planificación para las unidades 212 de procesamiento. En algunas realizaciones, la memoria 284 de información de borde del gráfico de planificación puede ser, o ser parte de, la memoria 214 del sistema. Las unidades de procesamiento pueden ser cualquier unidad de procesamiento lógico, tal como una o más unidades de procesamiento central (CPU) 212a, procesadores de señales digitales (DSP) 212b, circuitos integrados específicos de aplicación (ASIC), matrices de puertas programables en campo (FPGA), etc. La memoria 214 del sistema puede incluir la memoria de solo lectura ("ROM") 218 y la memoria de acceso aleatorio ("RAM") 220. La memoria 284 de información de borde del gráfico de planificación puede incluir una RAM, tal como una DRAM. Un sistema básico de entrada/salida ("BIOS") 222, que puede formar parte de la ROM 218, contiene rutinas básicas que ayudan a transferir información entre elementos dentro del sistema 200 de control del robot, tales como durante la puesta en marcha.

El sistema 200 de control del robot puede incluir una unidad 224 de disco, que puede ser, por ejemplo, una unidad de disco duro para leer y escribir en un disco duro, una unidad de memoria flash para leer y escribir en dispositivos de memoria flash extraíbles, una unidad óptica unidad de disco para leer y escribir en discos ópticos extraíbles, o una unidad de disco magnético para leer y escribir en discos magnéticos. El sistema 200 de control del robot también puede incluir cualquier combinación de dichas unidades de disco en varias realizaciones diferentes. La unidad 224 de disco puede comunicarse con las unidades 212 de procesamiento a través del bus 216 del sistema. La unidad 224 de disco puede incluir interfaces o controladores (no mostrados) acoplados entre dichas unidades y el bus 216 del

sistema, como saben los expertos en la técnica pertinente. La unidad 224 de disco y su medio 226 legible por ordenador asociado proporcionan almacenamiento no volátil de instrucciones legibles por ordenador, estructuras de datos, módulos de programa y otros datos para el sistema 200 de control del robot. Los expertos en la técnica pertinente apreciarán que se pueden emplear otros tipos de medios legibles que pueden almacenar datos accesibles por un ordenador, tales como unidades de escribir una vez leer muchas veces (WORM), unidades de grupo redundante de discos independientes (RAID), casetes magnéticos, discos de vídeo digital ("DVD"), cartuchos Bernoulli, RAM, ROM, tarjetas inteligentes, etc.

Los módulos de programa se pueden almacenar en la memoria 214 del sistema, tal como un sistema 236 operativo, uno o más programas 238 de aplicación, otros programas o módulos 240 y datos 242 de programa. Los programas 238 de aplicación pueden incluir instrucciones que hacen que el(los) procesador(es) 212 realicen uno o más de: generar una o más representaciones discretizadas de volúmenes barridos del robot asociados con bordes de gráficos de planificación; determinar cuál de un número de discretizaciones usar para generar representaciones discretizadas de volúmenes barridos del robot; generar representaciones discretizadas del entorno 100 en el que funcionará el robot, incluidos los obstáculos en el entorno 100; determinar cuál de un número de discretizaciones utilizar para generar una representación discretizada del entorno 100; determinar una pluralidad de gráficos de planificación; almacenar la pluralidad determinada de gráficos de planificación y conjuntos respectivos de información de borde; generar información que representa un volumen barrido por al menos una parte del robot en transición entre los estados representados por los nodos de los gráficos de planificación; realizar una evaluación de colisión en los bordes de un gráfico de planificación; proporcionar conjuntos de información de borde para los gráficos de planificación; identificar uno o más resultados optimizados a partir de gráficos de planificación; comprobación de colisiones para colisiones entre representaciones discretizadas de volúmenes barridos asociados con bordes de gráficos de planificación y representaciones discretizadas de obstáculos en el entorno 100 en el que funcionará el robot 102; determinar si la optimización produce trayectorias libres de colisiones para el robot; e implementar un plan de movimiento para el robot. Los programas 238 de aplicación pueden incluir adicionalmente uno o más conjuntos de instrucciones legibles por ordenador que hacen que los procesadores 212 realicen otras operaciones de percepción (a través de sensores 282), construcción de gráficos de planificación, detección de colisiones y búsqueda de ruta como se describe en la presente memoria y en las referencias incorporadas en la presente memoria por referencia.

Los programas 238 de aplicación pueden incluir adicionalmente uno o más conjuntos de instrucciones legibles por ordenador que hacen que el (los) procesador(es) 212 generen conjuntos respectivos de información de borde de gráficos de planificación que representan diferentes volúmenes barridos por el robot 102 en transición entre estados correspondientes a cuando el robot 102 tiene diferentes dimensiones y almacena una pluralidad de gráficos de planificación en la memoria de información de borde de gráfico de planificación 284 correspondiente a los conjuntos respectivos de información de borde de gráfico de planificación.

Los programas 238 de aplicación pueden incluir adicionalmente uno o más conjuntos de instrucciones legibles por ordenador que hacen que el (los) procesador(es) 212, para una primera representación discretizada de un entorno 100 en el que funcionará el robot 102, suministren y almacenen en la memoria 294 del entorno al menos una parte de la primera representación discretizada del entorno 100; para cada borde del gráfico de planificación, proporcione y almacene un conjunto respectivo de información de borde en la memoria de información de borde del gráfico de planificación 284; e identifique cualquiera de los bordes del gráfico de planificación en el que la transición correspondiente daría como resultado una colisión entre al menos una parte del robot 102 y al menos una parte de al menos uno de uno o más obstáculos, tal como el obstáculo 112 A y obstáculo 104 B en el entorno 100.

El término "entorno" se utiliza en el presente ejemplo para referirse al espacio de trabajo actual del robot, incluidos los obstáculos. El término "tarea" se usa en el presente ejemplo para referirse a una tarea del robot en la que el robot 102 debe pasar de la posición A a la posición B (quizás agarrando o dejando caer algo) sin colisionar con obstáculos en su entorno. El término "escenario" se utiliza en el presente ejemplo para hacer referencia a una clase de pares entorno/tarea. Por ejemplo, un escenario podría ser "tareas de recoger y colocar en un entorno con una mesa de 3 pies y entre los obstáculos x e y con tamaños y formas en un rango determinado". Puede haber muchos pares diferentes de tarea/entorno que se ajusten a tales criterios, según la ubicación de los objetivos y los tamaños y formas de los obstáculos. El sistema 200 puede incluir uno o más dispositivos de procesamiento remoto, que están vinculados a través de una red de comunicaciones a través de la interfaz 260 de red. Dicho uno o más dispositivos de procesamiento remoto pueden ejecutar uno o más conjuntos de instrucciones legibles por ordenador que hacen que el sistema 200 genere una respectiva discretización de una representación de un entorno 100 en el que el robot 102 funcionará para pares de tareas y entornos de varios escenarios diferentes. En una realización de ejemplo, al menos dos de las discretizaciones respectivas comprenden un conjunto respectivo de vóxeles. Los vóxeles de las discretizaciones respectivas pueden no ser homogéneos en al menos uno de tamaño y forma dentro de la discretización respectiva. Además, una distribución respectiva de la falta de homogeneidad de los vóxeles de las discretizaciones respectivas puede ser diferente entre sí. En particular, las discretizaciones pueden comprender un conjunto respectivo de vóxeles, donde los vóxeles de al menos dos de las discretizaciones respectivas no son homogéneos en al menos uno de tamaño y forma dentro de la discretización respectiva, y una distribución respectiva de la no homogeneidad de los vóxeles de al menos dos de las discretizaciones respectivas es diferente entre sí. Los programas 238 de aplicación pueden incluir uno o más conjuntos de instrucciones legibles por ordenador que hacen que el(los) procesador(es) 212 evalúen la efectividad de las respectivas discretizaciones generadas de la representación del entorno 100 en el que funcionará el robot y almacenará las respectivas discretizaciones generadas

que se evalúan como las más efectivas para escenarios particulares.

Los programas 238 de aplicación pueden incluir adicionalmente uno o más conjuntos de instrucciones legibles por ordenador que hacen que el (los) procesador (es) 212, basándose en un escenario identificado que clasifique un par de una tarea que realizará el robot 102 y el entorno 100 en el que el operará el robot, determinar cuál de un número de discretizaciones utilizar para generar un número de volúmenes barridos que representan regiones respectivas a través de las cuales pasará el robot 102 cuando haga la transición entre un estado del robot y otro estado del robot 102; y para cada uno de una pluralidad de bordes en un gráfico de planificación, determinar un volumen barrido respectivo del borde usando la discretización determinada. Los programas 238 de aplicación pueden incluir adicionalmente uno o más conjuntos de instrucciones legibles por ordenador que hacen que el (los) procesador (es) 212 almacene las discretizaciones respectivas del volumen barrido determinado de la representación del entorno 100 en el que funcionará el robot 102 que se evalúa como el más efectivo para el escenario identificado.

Los programas 238 de aplicación pueden incluir adicionalmente uno o más conjuntos de instrucciones legibles por ordenador que hacen que el(los) procesador(es) 212, basándose al menos en parte en un escenario identificado que clasifica un par de tareas que realizará el robot 102 y un entorno 100 en que funciona el robot, determinar cuál de un número de discretizaciones usar para generar una representación discretizada del entorno 100. Los programas 238 de aplicación pueden incluir adicionalmente uno o más conjuntos de instrucciones legibles por ordenador que hacen que el(los) procesador(es) 212 reciban información del sensor producido por uno o más sensores 282 que detectan el entorno 100 y generan una representación discretizada del entorno, incluidos los obstáculos, si los hay, en el entorno usando la discretización determinada. Una pluralidad de vóxeles de la discretización determinada pueden no ser homogéneos en al menos uno de tamaño y forma dentro de la discretización respectiva, y una distribución respectiva de la no homogeneidad de los vóxeles de la discretización determinada puede ser diferente de la de otra del número de discretizaciones.

Los programas 238 de aplicación pueden incluir adicionalmente uno o más conjuntos de instrucciones legibles por ordenador que hacen que el(los) procesador (es) 212 realicen una verificación de colisión para múltiples gráficos de planificación entre los bordes de los gráficos de planificación y cualquier obstáculo en un entorno en el que funcionará el robot. El(los) procesador(es) 212 pueden realizar dicha verificación de colisión en cada gráfico de planificación, actualizar temporalmente el gráfico de planificación en consecuencia y realizar una optimización y determinar si los resultados optimizados, si los hay, del gráfico de planificación actualizado cumplen una condición de satisfacción. Si no se cumple la condición de satisfacción, entonces el o los procesadores 212 pueden pasar al siguiente gráfico de planificación y realizar la misma operación. Una vez que se encuentra un gráfico de planificación en el que se cumple la condición de satisfacción, los procesadores 212 aplican una transición identificada por uno de los resultados optimizados del gráfico de planificación que cumplió la condición de satisfacción para el robot 102.

Los programas 238 de aplicación pueden incluir adicionalmente uno o más conjuntos de instrucciones legibles por ordenador que hacen que los procesadores 212 realicen varios otros métodos descritos en la presente memoria, incluidos, pero no se limita a, los ilustrados en las figuras 5 a 36.

En varias realizaciones, una o más de las operaciones descritas anteriormente pueden ser realizadas por uno o más dispositivos de procesamiento remoto del sistema 200, que están vinculados a través de una red de comunicaciones a través de la interfaz 260 de red o por uno o más procesadores 212 que están ubicados en el robot 102.

Si bien se muestra en la figura 2 almacenado en la memoria 214 del sistema, el sistema 236 operativo, los programas 238 de aplicación, otros programas/módulos 240 y los datos 242 del programa pueden almacenarse en medios 226 legibles por ordenador asociados a la unidad 224 de disco.

Los procesadores 212 pueden ser cualquier unidad de procesamiento lógico, tal como una o más unidades de procesamiento central (CPU), procesadores de señales digitales (DSP), circuitos integrados específicos de aplicación (ASIC), matrices de puertas programables en campo (FPGA), etc. Los ejemplos no limitativos de sistemas informáticos disponibles en el mercado incluyen, pero no se limita a, las familias de microprocesadores Celeron, Core, Core 2, Itanium y Xeon que ofrece Intel® Corporación, EE. UU.; los microprocesadores de las series K8, K10, Bulldozer y Bobcat ofrecidos por Advanced Micro Devices, EE. UU.; los microprocesadores de las series A5, A6 y A7 ofrecidos por Apple Computer, EE. UU.; los microprocesadores de la serie Snapdragon ofrecidos por Qualcomm, Inc., EE. UU.; y los microprocesadores de la serie SPARC ofrecidos por Oracle Corp., EE. UU. A menos que se indique lo contrario, la construcción y el funcionamiento de los diversos bloques que se muestran en la figura 2 son de diseño convencional. Como resultado, tales bloques no necesitan ser descritos con mayor detalle en la presente memoria, como los entenderán los expertos en la técnica relevante.

La figura 3 es una vista esquemática del entorno 100 de la figura 1 en la que puede funcionar el robot 102, que ilustra la transición del robot 102 desde una posición en el espacio 3D a otra posición en el espacio 3D en el entorno 100 y una representación de un volumen barrido por un apéndice del robot cuando realiza la transición desde una posición en el espacio 3D a otra posición en el espacio 3D, según una realización ilustrada. Por ejemplo, el robot 102 puede realizar dichas transiciones cuando realiza diversas tareas en diversos entornos descritos en la presente memoria. Por ejemplo, estos diversos entornos y tareas pueden incluir, pero no se limitan a: equipamiento, transportadores, sujetadores roscados, inspecciones, autocalibración, un volumen de espacio habitable por objetos estáticos y objetos

dinámicos, incluidos humanos, agarre multimanual, agarre al tacto, información recogida por un sensor transportado por un apéndice, embalaje de cajas, inspección de estantes, manejo de equipaje, reciclaje, procedimientos médicos, procedimientos dentales, drones, construcción, pintura, inspección de líneas, recogida de frutas, interacción con plantas, embalaje de fruta en cajas y un ambiente poblado por humanos.

En el ejemplo ilustrado en la figura 3, el robot 102 se muestra con dos apéndices, el brazo 106 y el brazo 108. En un ejemplo, el robot puede cambiar una posición en el espacio 3D moviendo el brazo 106 desde una primera pose a una segunda pose como se muestra en la figura 3. Se representa el volumen del espacio 3D barrido por el robot 102 al hacer la transición entre una posición en el espacio 3D y otra posición en el espacio 3D moviendo el brazo 106 desde una primera pose a una segunda pose como se muestra en la figura 3 por la región 302. Sin embargo, como se muestra en la figura 3, tal transición haría que el brazo 106 robótico colisionara con el obstáculo 112 A en la región 304.

Por lo tanto, para facilitar evitar colisiones, en tiempo de diseño (antes del tiempo de ejecución), el sistema 200 genera uno o más gráficos de planificación para determinar qué áreas están ocupadas por el robot 102 cuando realiza varias transiciones de un estado a otro estado. Por ejemplo, un borde de un gráfico de planificación para el robot 102 tiene una cierta cantidad de vóxeles (o cajas) correspondientes al volumen del espacio 3D barrido por el robot 102 correspondiente a la región 302. Esos vóxeles o cajas barridas por el robot 102 correspondientes a la región 302 al hacer la transición correspondiente en el gráfico de planificación puede almacenarse como correspondiente a un borde del gráfico de planificación en la memoria fuera del chip dedicada al gráfico de planificación, tal como en la memoria 284 de información de borde del gráfico de planificación. Luego, en tiempo de ejecución, los vóxeles (o cajas) de obstáculos que representan el entorno 100, incluido el obstáculo 112 A (y también el obstáculo 104 B) se transmiten al procesador 212a en forma de cuadrícula de ocupación y se almacenan en la memoria 294 del entorno en el chip. El sistema 200 determina qué vóxeles están ocupados (según la cuadrícula de ocupación) y determina no usar ningún movimiento que colisione con cualquier vóxel actualmente ocupado. En particular, para cada vóxel de borde (o cuadro) que representa una parte del volumen barrido de un borde, cuando se transmite desde la memoria 284 de información de borde del gráfico de planificación, el procesador determina si colisiona con alguno de los vóxeles de obstáculo (o cuadros) que se han almacenado en la memoria 294 del entorno basándose en la cuadrícula de ocupación. Si el vóxel (o cuadro) de borde colisiona con cualquiera de los vóxeles (o cuadros) del obstáculo, el sistema 200 determina una colisión con ese borde en el gráfico de planificación y determinará no usar el movimiento del robot 102 asociado con ese borde en el gráfico de planificación.

Por ejemplo, antes de ejecutar el movimiento del brazo 106 robótico representado en la figura 3, el sistema 200 comenzaría a transmitir los vóxeles de borde (o cajas) de todos los bordes del gráfico de planificación aplicable desde la memoria 284 de borde de gráfico de planificación. Para cada borde, a medida que el procesador 212a encuentra cada vóxel (o cuadro) de borde, verificará si algún vóxel (o cuadro) de borde colisiona con cualquiera de los vóxeles (o cuadros) de obstáculos almacenados en la memoria 294 del entorno (incluidos los del obstáculo 112 A). Como se muestra en la figura 3, cualquier vóxel (o cuadro) de borde dentro de la región 304 daría como resultado una colisión de este tipo porque los vóxeles (o cuadros) de obstáculo del obstáculo 112 A almacenados en la memoria 294 del entorno ocupan esa misma región según la cuadrícula de ocupación. Tan pronto como el procesador 212a encuentra un vóxel (o cuadro) de borde que colisiona con cualquiera de los vóxeles (o cuadros) de obstáculo, el procesador 212a determina entonces no usar ese borde del gráfico de planificación. Una vez terminado el procesamiento de los bordes del gráfico de planificación, el procesador 212a determina una ruta dentro del gráfico de planificación que haría que el robot se moviera desde la posición inicial hasta la posición de destino utilizando los bordes restantes que no han sido determinados para colisionar con los vóxeles de obstáculos (o cajas) almacenadas en la memoria 294 del entorno.

El sistema 200 también puede tomar decisiones sobre cómo representar el volumen barrido representado por cada uno de los gráficos de planificación, así como sobre cómo representar los obstáculos en el entorno 100. Tales decisiones pueden incluir decisiones tomadas por el procesador 212a con respecto a cómo se realizará la discretización como, por ejemplo, si representar el volumen barrido con vóxeles o cajas, la forma y el tamaño de los vóxeles o cajas a utilizar, si utilizar una discretización que no sea uniforme en tamaño y/o forma de los vóxeles o cajas utilizadas, y en qué escenarios usar diferentes formas y/o tamaños de los vóxeles o cajas. En varias realizaciones, pueden realizarse una o más de tales operaciones descritas anteriormente para tomar decisiones con respecto a cómo representar el volumen barrido representado por cada uno de los gráficos de planificación, así como también cómo representar los obstáculos en el entorno 100, mediante uno o más dispositivos de procesamiento remoto del sistema 200, que están conectados a través de una red de comunicaciones a través de la interfaz 260 de red o por uno o más procesadores 212 que están ubicados en el robot 102.

En particular, el sistema 200 puede decidir que el espacio de trabajo del robot 102 se discretice en vóxeles (que luego se pueden agrupar en cajas). Una implementación de ejemplo realiza una cuantificación uniforme en cada una de las 3 dimensiones. Sin embargo, puede ser ventajoso tener vóxeles que no tengan forma de cubo y/o vóxeles que sean más pequeños o más grandes en diferentes partes del espacio de trabajo del robot. Por ejemplo, una realización usa vóxeles más pequeños (resolución más fina) en el espacio justo en frente del robot 102 y vóxeles más grandes (resolución más gruesa) en el extremo del alcance del robot. Por lo tanto, varias realizaciones pueden usar una cuantificación no uniforme y/o el uso de vóxeles que no tienen forma de cubo. La presente descripción también proporciona un algoritmo sobre cómo el sistema 200 elige los tamaños y/o formas de vóxel.

Una realización de ejemplo usa un algoritmo de entrenamiento para la ejecución antes del tiempo de ejecución para

determinar qué tamaños y formas de voxel pueden ser mejores para usar en varios escenarios diferentes. El sistema 200 se entrena usando un gran conjunto dado o generado de pares tarea/entorno de uno o más escenarios. El sistema 200 elige entonces la discretización que se evalúa como más eficaz sobre el gran conjunto de muestras de entrenamiento.

Por ejemplo, para cualquier par entorno/tarea determinado, existe una discretización óptima (o múltiples discretizaciones que son igualmente óptimas). El sistema 200 puede probar/entrenar en T pares de entorno/tarea, donde T es un número grande, y luego registrar la discretización óptima para cada uno. Esto puede resultar en muchas discretizaciones diferentes, cada una de las cuales es óptima para solo uno o un pequeño número de pares de entorno/tarea. Después de probar todos los pares T de entorno/tarea, el sistema selecciona la discretización que se considera más eficaz en todo el conjunto de muestras. Este enfoque también implicaría probar todas las discretizaciones posibles en todos los pares posibles de entorno/tarea, lo que sería intratable.

Para superar el problema anterior, el sistema 200 realiza un entrenamiento como el explicado anteriormente, excepto que el sistema 200 considera un número finito de discretizaciones posibles, G. Para cada par entorno/tarea, el sistema registra cuál de las discretizaciones G proporcionadas se evalúa para ser más eficaz. Después de procesar todos los pares T entorno/tarea, el sistema 200 selecciona la discretización que se evalúa como más eficaz en la mayoría de los pares entorno/tarea.

Como ejemplo, el robot 102 puede estar frente a una caja de espacio frente a él. El sistema puede determinar discretizar el espacio de manera que se utilicen 6 bits para describir la posición en cada dimensión (es decir, hay 2^6 posibles posiciones en cada eje). Esto resulta en 2^{18} vóxeles, cada uno de los cuales tiene una identificación única de 18 bits. En el momento del diseño, el sistema 200 precalcula el volumen barrido para cada movimiento de borde y lo registra como el conjunto de ID del voxel en ese volumen barrido. Si el volumen barrido intersecta, aunque sea parcialmente, un voxel, se incluye en el conjunto de ID del voxel en ese volumen barrido. Es por eso que usar una resolución más fina es mejor. Luego, en tiempo de ejecución, los sensores 282 le dicen al procesador 212a lo que está frente al robot 102, pero con una granularidad mucho más fina que los vóxeles que representan el volumen barrido precalculado, por lo que el sistema 200 procesa la entrada del sensor y se comunica con el procesador 212a cuáles de los vóxeles están actualmente ocupados. En algunas realizaciones, el procesador 212a procesa la entrada del sensor y en otras realizaciones hay procesadores separados, como los de los sensores 282, que procesan la entrada del sensor y se comunican con el procesador 212a. El procesador 212a compara los vóxeles o cuadros actualmente en el entorno basándose en la información almacenada en la memoria 294 del entorno con los vóxeles o cuadros enumerados para cada borde de la información de borde del gráfico de planificación almacenada en la memoria de información de borde del gráfico de planificación 284 para determinar qué bordes están actualmente en colisión. En tales realizaciones, es importante que se utilice la misma discretización en el momento del diseño que en el momento de la ejecución para permitir la comparación.

Cuando el sistema 200 selecciona usar discretización no uniforme, el sistema 200 aún puede usar ID del voxel de 18 bits y 2^{18} vóxeles, pero los vóxeles no necesitan ser cubos (o podrían ser cubos pero no del mismo tamaño). Una vez más, es importante en esta realización que el sistema utilice la misma discretización en tiempo de diseño que en tiempo de ejecución. Cuando se usa una discretización no uniforme, el sistema 200 selecciona cuál es el tamaño y la forma de cada voxel, usando entrenamiento como el descrito anteriormente, de manera que el sistema selecciona los tamaños y formas de voxel que se usarán en el tiempo de diseño y en el tiempo de ejecución que son evaluados como los más efectivo. Los criterios de evaluación utilizados en dicha formación pueden incluir criterios relativos a la fracción de tareas que se pueden resolver (por ejemplo, el sistema 200 puede encontrar alguna ruta libre de colisiones para lograr el objetivo del robot 102) y la calidad de las rutas que se encuentran.

La figura 4A es un gráfico 400 de planificación de movimiento de ejemplo para el robot 102 de las figuras 1 y 3, incluidos los bordes del gráfico de planificación 400 para el que se ha determinado que la transición correspondiente daría como resultado una colisión entre el robot 102 y uno o más obstáculos en el entorno 100, según una realización ilustrada. La figura 4B es un gráfico de planificación de movimiento de ejemplo 400 en el que se han eliminado los bordes del gráfico de planificación 400 para los cuales se ha determinado que la transición correspondiente daría como resultado una colisión entre el robot 102 y uno o más obstáculos en el entorno 100, según una realización ilustrada. Cada nodo del gráfico de planificación 400 representa un estado del robot 102 y cada borde del gráfico de planificación 400 representa una transición del robot 102 de un estado a otro estado. Por ejemplo, el borde 410a representa una transición entre un estado del robot 102 representado por el nodo 408a y un estado del robot 102 representado por el nodo 408b. El borde 410i representa una transición entre un estado del robot 102 representado por el nodo 408c y un estado del robot 102 representado por el nodo 408d. En diversas realizaciones, el robot 102 puede realizar tales transiciones cuando realiza diversas tareas en diversos entornos descritos en la presente memoria. Por ejemplo, estos diversos entornos y tareas pueden incluir, pero no se limitan a: equipamiento, transportadores, sujetadores roscados, inspecciones, autocalibración, un volumen de espacio habitable por objetos estáticos y objetos dinámicos, incluidos humanos, agarre multimanual, agarre al tacto, información recogida por un sensor transportado por un apéndice, embalaje de cajas, inspección de estantes, manejo de equipaje, reciclaje, procedimientos médicos, procedimientos dentales, drones, construcción, pintura, inspección de líneas, recogida de frutas, interacción con plantas, embalaje de fruta en cajas y un ambiente poblado por humanos.

Cada borde del gráfico 400 de planificación para el robot 102 tiene un número de vóxeles (o cajas) correspondientes al volumen del espacio 3D barrido por el robot 102 al hacer la transición en el gráfico 400 de planificación de un estado

a otro representado por ese borde. Dicha información puede almacenarse como información de borde de gráfico de planificación en la memoria 284 de información de borde de gráfico de planificación fuera del chip, de manera que el sistema 200 pueda intercambiar diferentes gráficos de planificación para adaptarse a las dimensiones cambiantes del robot 102. Usando la información recibida de los sensores 282 que representan el entorno actual en tiempo de ejecución, el sistema 200 determina qué vóxeles (o casillas) están actualmente ocupados, y el sistema 200 determina no utilizar ningún movimiento que pueda colisionar con cualquier vóxel (o casilla) actualmente ocupado.

En algunas realizaciones, el sistema determina no usar ningún movimiento que pueda colisionar con cualquier vóxel (o caja) ocupado comparando en tiempo de ejecución la información recibida de los sensores 282 y almacenada en la memoria 294 del entorno en el chip que representa el entorno actual (y los obstáculos en él) con la información del borde del gráfico de planificación almacenada en la memoria 284 de información del borde del gráfico de planificación. Basándose en esta comparación, el sistema 200 determina qué bordes del gráfico de planificación representan transiciones (y, por lo tanto, qué movimientos correspondientes) que darían como resultado una colisión entre el robot 102 y uno o más obstáculos en el entorno 100. Como ejemplo, la figura 4A muestra los bordes 410b, 410c, 410d, 410e, 410f, 410g, 410h, 410i, 410j, 410k y 410l que se han determinado para representar transiciones (y por lo tanto, qué movimientos correspondientes) que darían como resultado una colisión entre el robot 102 y uno o más obstáculos en el entorno 100.

Por ejemplo, para que el robot 102 logre el objetivo de pasar de un estado representado por el nodo 408a a un estado representado por el nodo 408d, el robot 102 tendría que evitar las transiciones representadas por los bordes 410b, 410c, 410d, 410e, 410f, 410g, 410h, 410i, 410j, 410k y 410l que se han determinado para representar transiciones que darían como resultado una colisión entre el robot 102 y uno o más obstáculos en el entorno 100. Por lo tanto, la figura 4B muestra el gráfico de planificación con dichos bordes eliminado y un camino 416 potencial en el gráfico 400 de planificación identificado por el sistema 200 en el que el robot 102 puede seguir para lograr el objetivo de pasar del estado representado por el nodo 408a al estado representado por el nodo 408d sin colisionar con uno o más obstáculos en el entorno 100.

En varias realizaciones, el gráfico de las figuras 4A y 4B es un gráfico de planificación de movimiento para un entorno particular en el que el robot 102 realiza varias tareas. Los ejemplos de tales entornos y tareas particulares pueden incluir, pero no se limitan a: equipamiento, transportadores, sujetadores roscados, inspecciones, autocalibración, un volumen de espacio habitable por objetos estáticos y objetos dinámicos, incluidos humanos, agarre multimanual, agarre al tacto, información recogida por un sensor transportado por un apéndice, embalaje de cajas, inspección de estantes, manejo de equipaje, reciclaje, procedimientos médicos, procedimientos dentales, drones, construcción, pintura, inspección de líneas, recogida de frutas, interacción con plantas, empaquetado de frutas en cajas y un entorno poblado por humanos.

Los sistemas robóticos que se describen a continuación pueden comprender la totalidad o una parte del sistema 200 descrito en la presente memoria con respecto a la figura 2. Un método de funcionamiento en un sistema robótico, el sistema robótico que incluye al menos un procesador de planificación de movimiento y al menos un robot, el al menos un robot que tiene al menos un apéndice, el al menos un apéndice que tiene al menos una articulación y al menos un efector final, puede incluir: recibir información o datos que representan una posición y orientación respectivas de cada una de una pluralidad de piezas similares de un primer tipo en un primer contenedor de piezas a granel, las piezas similares del primer tipo en el primer contenedor de piezas a granel que son similares entre sí, el primer contenedor de piezas a granel que es accesible por el al menos un efector final; determinar una primera de las piezas similares del primer tipo para recuperar del primer contenedor de piezas a granel; procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento donde al menos una pared del contenedor se representa y se elimina de los datos, para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice del al menos un robot que mueve el al menos un apéndice de una primera pose a una segunda pose sin colisiones y de la segunda pose a una tercera pose sin colisiones, la segunda pose que es una posición y una orientación en la que la primera determinada de las piezas similares del primer tipo en el primer contenedor de piezas a granel es agarrable/acoplable por el al menos un efector final y la tercera pose es una posición y orientación en la que el al menos un efector final con la primera determinada de las piezas similares del primer tipo es colocada al menos una por encima o en un contenedor del kit para formar al menos parcialmente un kit de piezas que incluye al menos una pieza que es diferente a las piezas similares del primer tipo; y hacer que el al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice desde la primera pose a la tercera pose sin colisiones.

El método puede incluir además: recibir información que representa una posición y orientación respectivas de cada una de una pluralidad de piezas similares de un segundo tipo en un segundo contenedor de piezas a granel, las piezas similares del segundo tipo en el segundo contenedor de piezas a granel que son iguales entre sí y diferentes de las piezas similares del primer tipo en el primer contenedor de piezas a granel, el segundo contenedor de piezas a granel accesible por el al menos un efector final; determinar una primera de las piezas similares del segundo tipo a recuperar del segundo contenedor de piezas a granel; procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento, para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice del al menos un robot que mueve el al menos un apéndice de una cuarta pose a una quinta pose sin colisiones y de la quinta pose a una sexta pose sin colisiones, la quinta pose que es una posición y una orientación en las que la primera determinada de las piezas similares del segundo tipo en el segundo contenedor de piezas a granel es agarrable/acoplable por el al menos un efector final y la sexta pose es una posición y una orientación en la que el

al menos un efector final con la primera determinada de las piezas similares del segundo tipo se coloca al menos una por encima o en el contenedor del kit para al menos formar parcialmente el juego de piezas; y hacer que el al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice desde la quinta pose a la sexta pose sin colisiones. El método puede incluir además: después de hacer que el al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice de la primera pose a la tercera pose sin colisiones, hacer que el al menos un robot deposite la primera determinada de las piezas similares del primer tipo en un primer espacio definido en el contenedor del kit; y después de hacer que el al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice de la cuarta pose a la sexta pose sin colisiones, hacer que el al menos un robot deposite la primera determinada de las piezas similares del segundo tipo en un segundo espacio definido en el contenedor del kit. El contenedor del kit puede ser un contenedor del kit de fabricación aditiva, y el método puede incluir además: después de hacer que el al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice de la primera pose a la tercera pose sin colisiones, hacer que el al menos un robot deposite la primera determinada de las piezas similares del primer tipo en un espacio definido en el contenedor del kit de fabricación aditiva. Recibir información que representa una posición y orientación respectivas de cada una de una pluralidad de piezas similares en un contenedor puede incluir recibir una o más imágenes del primer contenedor de piezas a granel. Recibir información que representa una posición y orientación respectivas de cada una de una pluralidad de piezas similares en un primer contenedor de piezas a granel puede incluir recibir una o más imágenes de al menos un subconjunto de todas las piezas similares en al menos una parte del primer contenedor de piezas a granel, y el método puede incluir además: realizar el reconocimiento de imágenes en al menos algunas de las imágenes recibidas para identificar las piezas individuales similares y una posición y orientación de las piezas individuales, en el primer contenedor de piezas a granel. Un primer apéndice del al menos un apéndice puede transportar al menos un sensor, y el método puede incluir además capturar información que representa una posición y orientación respectivas de cada una de una pluralidad de piezas similares del primer tipo en el primer contenedor de piezas a granel por el al menos un sensor transportado por el primer apéndice, y generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento basado al menos en parte en la información capturada. Generar un primer plan de movimiento basado al menos en la información recibida puede incluir generar el primer plan de movimiento en el que el primer apéndice se mueve desde una primera pose respectiva a una segunda pose respectiva, la segunda pose respectiva que coloca el al menos un sensor transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno. Un segundo apéndice del al menos un apéndice puede transportar al menos un efector final y el método puede incluir además: generar un segundo plan de movimiento basado al menos en parte en la información recibida, el segundo plan de movimiento en el que el segundo apéndice se mueve desde una primera pose respectiva a una segunda pose respectiva, la segunda pose respectiva que coloca el efector final del segundo apéndice para acoplar operativamente un objeto dentro de la parte del entorno que es detectada por el al menos un sensor. Un primer apéndice del al menos un apéndice puede transportar al menos un sensor de imagen, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca al menos un sensor de imagen transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para acoplar operativamente un objeto dentro de la parte del entorno que es detectada por el al menos un sensor de imagen. Un primer apéndice del al menos un apéndice puede transportar al menos un sensor de contacto, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca el al menos un sensor de contacto transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para acoplar operativamente un objeto dentro de la parte del entorno que es detectada por el al menos un sensor de contacto. Un primer apéndice del al menos un apéndice puede transportar al menos un sensor capacitivo, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un primer plan de movimiento en el que una segunda pose respectiva del primer apéndice coloca el al menos un sensor capacitivo transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno. Un primer apéndice del al menos un apéndice puede transportar al menos un sensor de fuerza, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un primer plan de movimiento en el que una segunda pose respectiva del primer apéndice coloca el al menos un sensor de fuerza transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno. Un primer apéndice del al menos un apéndice puede transportar al menos un sensor de proximidad, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un primer plan de movimiento en el que una segunda pose respectiva del primer

apéndice coloca el al menos un sensor de proximidad transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno. El sistema robótico puede incluir al menos un primer apéndice y un segundo apéndice, y la planificación del movimiento puede incluir determinar planes de movimiento para cada uno de los apéndices primero y segundo para pasar la primera determinada de las piezas similares del primer tipo entre el primer y el segundo apéndices. El sistema robótico puede realizar las acciones de forma autónoma.

Un sistema robótico puede incluir: al menos un apéndice robótico, el al menos un apéndice que tiene al menos una articulación y al menos un efector final; al menos un procesador de planificación de movimiento; y al menos un medio legible por el procesador no transitorio que almacena al menos una de las instrucciones o datos ejecutables por el procesador que, cuando son ejecutados por el al menos un procesador de planificación de movimiento, hace que al menos un procesador de planificación de movimiento: reciba información capturada que representa una respectiva posición y orientación de cada una de una pluralidad de piezas similares de un primer tipo en un primer contenedor de piezas a granel, las piezas similares del primer tipo en el primer contenedor de piezas a granel que son similares entre sí, el primer contenedor de piezas a granel accesible por el al menos un efector final; determine una primera de las piezas similares del primer tipo para recuperar del primer contenedor de piezas a granel; procese por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento donde al menos una pared del contenedor se representa y se elimina los datos, para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice del al menos un robot que mueve el al menos un apéndice de una primera pose a una segunda pose sin colisiones y de la segunda pose a una tercera pose sin colisiones, la segunda pose que es una posición y una orientación en la que la primera determinada de las piezas similares del primer tipo en el primer contenedor de piezas a granel es agarrable/acoplable por el al menos un efector final y la tercera pose es una posición y orientación en la que el al menos un efector final con la primera determinada de las piezas similares del primer tipo es colocado al menos uno por encima o en un contenedor del kit para formar al menos parcialmente un kit de piezas que incluye al menos una pieza que es diferente a las piezas similares del primer tipo; y hacer que el al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice desde la primera pose a la tercera pose sin colisiones.

Un método de funcionamiento en un sistema robótico en una línea de ensamblaje que incluye al menos un transportador que transporta una pluralidad de objetos ensamblados a lo largo de una línea de ensamblaje, el sistema robótico que incluye al menos un procesador de planificación de movimiento y al menos un robot, el al menos un robot que tiene al menos un apéndice, el al menos un apéndice tiene al menos una articulación y al menos un efector final, el método puede incluir: para cada uno de los objetos que se ensamblan, recibir información que representa una posición y orientación respectiva del respectivo objeto; procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice del al menos un robot que mueve el al menos un apéndice de una primera pose a una segunda pose sin colisiones, la segunda pose que es una posición definida y una orientación definida de una parte del al menos un apéndice con respecto a uno de los objetos que se ensamblan; y hacer que el al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice desde la primera pose a la segunda pose sin colisiones.

Procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice del al menos un robot puede incluir un plan de movimiento que mueve el al menos un apéndice desde la primera pose a la segunda pose pasando por al menos una tercera pose todo sin colisiones, la tercera pose que es una posición definida y una orientación definida con respecto a una pieza a ensamblar sobre uno de los objetos que se ensamblan. El al menos un robot puede incluir una base que está en una posición fija y los objetos que se ensamblan se mueven con respecto a la base, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar para tener en cuenta tanto un movimiento del transportador como un movimiento del respectivo objeto a ensamblar con respecto al transportador. El al menos un robot puede incluir una base que se mueve en secuencia y en paralelo con el movimiento de los objetos que se ensamblan y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para al menos un apéndice puede incluir procesar para tener en cuenta tanto el movimiento del transportador como el movimiento del respectivo objeto a ensamblar con respecto al transportador. El al menos un apéndice se puede acoplar de forma desmontable a al menos una parte móvil del transportador, a un accesorio transportado por una parte del transportador o a los objetos a ensamblar para moverse junto con él, y procesar por una pluralidad de lógica los circuitos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar para tener en cuenta un movimiento del respectivo objeto a ensamblar con respecto al transportador. Procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar para determinar un plan de movimiento para un primer apéndice del al menos un apéndice para acoplar de forma desmontable un segundo apéndice del al menos un apéndice de al menos uno de: una parte móvil del medio de transporte, un accesorio transportado por la parte móvil del medio de transporte, o el objeto que se ensambla y transporta por la parte móvil del medio de transporte. Procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar para determinar un plan de movimiento para el primer apéndice del al menos un apéndice para desacoplar el segundo apéndice del al menos un apéndice de al menos uno de: la parte móvil del medio de transporte, el accesorio

transportado por la parte móvil del medio de transporte, o el objeto que se ensambla y transporta por la parte móvil del medio de transporte. Procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar para determinar un plan de movimiento para un primer apéndice del al menos un apéndice para desacoplar un segundo apéndice del al menos un apéndice de al menos uno de: una parte móvil del medio de transporte, un accesorio transportado por la parte móvil del medio de transporte, o el objeto ensamblado y transportado por la parte móvil del medio de transporte. Recibir información que representa una posición y orientación respectivas del objeto respectivo puede incluir capturar información de la imagen de al menos una cámara transportada por el al menos un apéndice. El al menos un apéndice puede incluir un primer apéndice y al menos un segundo apéndice, el segundo apéndice se puede mover por separado del primer apéndice, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar por la pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el primer apéndice, y puede incluir además capturar información de la imagen de al menos una cámara transportada por el segundo apéndice, en el que recibir información que representa una posición y orientación respectivas del objeto respectivo puede incluir recibir la información de al menos una cámara transportada por el segundo apéndice. El método puede incluir además: procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el segundo apéndice que transporta la al menos una cámara entre al menos dos poses diferentes sin colisiones. El al menos un robot puede incluir uno o más cables externos, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del procesador de planificación de movimiento puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos por el procesador de planificación de movimiento para producir un plan de movimiento en el que se modela al menos una parte de uno o más cables externos que forman parte del al menos un robot. El al menos un robot puede incluir uno o más cables externos, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del procesador de planificación de movimiento puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del procesador de planificación de movimiento para producir un plan de movimiento donde al menos una parte de uno o más cables externos que forman parte del al menos un robot se modelan incluyendo una representación de una flexibilidad relativa del cable respectivo. Procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del procesador de planificación de movimiento puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del procesador de planificación de movimiento para producir un plan de movimiento basándose en una posición futura y una orientación futura predichas de uno de los objetos dados ensamblado El sistema robótico puede incluir un conjunto de efectores finales que se pueden acoplar de forma intercambiable y desmontable al mismo de al menos un apéndice, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del procesador de planificación de movimiento puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del procesador de planificación de movimiento para producir un plan de movimiento basándose en uno dado de los efectores finales que está o estará acoplado al apéndice. Al menos algunos de los efectores finales pueden ser herramientas de extremo de brazo seleccionadas entre un cabezal de soldadura, una remachadora, un taladro, una fresadora, un escariador o un destornillador. El sistema robótico puede incluir un conjunto de efectores finales que se pueden acoplar de forma intercambiable y desmontable a un mismo del al menos un apéndice, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del procesador de planificación de movimiento puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del procesador de planificación de movimiento para producir un plan de movimiento que mueve el primero de al menos un apéndice al conjunto de efectores finales para intercambiar un efector final transportado por el primer apéndice. El sistema robótico puede incluir un primer apéndice y un segundo apéndice, y un conjunto de efectores finales que se pueden acoplar de forma intercambiable y desmontable a un mismo del al menos un apéndice, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del procesador de planificación de movimiento puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del procesador de planificación de movimiento para producir un plan de movimiento que mueve el primer apéndice al conjunto de efectores finales para recoger uno de los efectores finales y, posteriormente, mover un extremo distal del primer apéndice hacia un extremo distal del segundo apéndice para unir al extremo distal del segundo apéndice el uno de los efectores finales recogido por el primer apéndice. El sistema robótico puede incluir al menos un primer apéndice y un segundo apéndice, y la planificación del movimiento puede incluir determinar planes de movimiento para cada uno de los primeros y segundos apéndices para pasar uno de los efectores finales entre el primer y el segundo apéndices. El sistema robótico puede realizar las acciones de forma autónoma.

Un sistema robótico para usar en una línea de ensamblaje que incluye al menos un transportador que transporta una pluralidad de objetos que se ensamblan a lo largo de una línea de ensamblaje, el sistema robótico puede incluir: al menos un apéndice robótico, el al menos un apéndice que tiene al menos una articulación y al menos un efector final; al menos un procesador de planificación de movimiento; y al menos un medio legible por el procesador no transitorio que almacena al menos una de las instrucciones o datos ejecutables por el procesador que, cuando se ejecutan por el al menos un procesador de planificación de movimiento, hace que al menos un procesador de planificación de movimiento: para cada uno de los objetos que se ensamblan, reciban información que representa una posición y orientación respectivas del objeto respectivo; y procesen por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice del al menos un robot que mueve el al menos un apéndice de una primera pose a una segunda pose sin colisiones, la segunda pose que es una posición definida y una orientación definida de una parte del al menos un apéndice con respecto a uno de los objetos que se ensamblan.

Un método de funcionamiento en un sistema robótico en una línea de ensamblaje que incluye al menos un transportador que transporta una pluralidad de objetos ensamblados a lo largo de una línea de ensamblaje, el sistema

robótico que incluye al menos un procesador de planificación de movimiento y al menos un robot, el al menos un robot que tiene al menos un apéndice, el al menos un apéndice tiene al menos una articulación y al menos un efector final, el método puede incluir: para cada uno de los objetos que se ensamblan, recibir información que representa una posición y orientación respectiva del respectivo objeto; procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice del al menos un robot que mueve el al menos un apéndice de una primera pose a una segunda pose sin colisiones y de la segunda pose a una tercera pose sin colisiones, la segunda pose que es una posición y una orientación en la que se coloca un sujetador roscado con respecto a un orificio roscado; hacer que el al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice desde la primera pose a la tercera pose sin colisiones; hacer que el efector final gire en una primera dirección de giro; detectar un asiento del sujetador roscado con una rosca del orificio roscado; y hacer que el efector final gire en una segunda dirección de giro, la segunda dirección de giro opuesta a la primera dirección de giro.

Hacer que el efector final gire en una primera dirección de giro puede incluir hacer que el efector final gire en una dirección de giro opuesta a la dirección de giro en la que el sujetador roscado se enrosca en el orificio roscado. El método puede incluir además: información de detección que representa un acoplamiento físico del sujetador roscado con el orificio roscado. La detección de un asiento del sujetador roscado con una rosca del orificio roscado puede basarse en la información detectada. El sistema robótico puede incluir al menos un primer apéndice y un segundo apéndice, y la planificación del movimiento puede incluir determinar planes de movimiento para cada uno de los primeros y segundos apéndices para pasar el sujetador roscado entre el primer y el segundo apéndices. El método puede incluir además: hacer que el al menos un apéndice cambie la orientación del objeto agarrado por un efector final del al menos un efector final. Hacer que el al menos un apéndice cambie la orientación del objeto sujetado por un efector final del al menos un efector final puede incluir: generar al menos un primer plan de movimiento para un primer apéndice que mueve el primer apéndice entre al menos una respectiva primera pose y una respectiva segunda pose dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices; generar al menos un segundo plan de movimiento para un segundo apéndice que mueve el segundo apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del segundo volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices, donde generar un primer plan de movimiento y un segundo plan de movimiento pueden incluir generar un primer plan de movimiento y un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose de al menos uno de los primeros apéndices o el segundo apéndice es una pose en la que un objeto es transferible desde una parte de uno del primero o el segundo apéndice a una parte del otro del primero o del segundo apéndice; hacer que el primer apéndice se mueva según el primer plan de movimiento; y hacer que el segundo apéndice se mueva según el segundo plan de movimiento. El sistema robótico puede realizar las acciones de forma autónoma.

Un sistema robótico para usar en una línea de ensamblaje que incluye al menos un transportador que transporta una pluralidad de objetos que se ensamblan a lo largo de una línea de ensamblaje, el sistema robótico puede incluir: al menos un apéndice robótico, el al menos un apéndice que tiene al menos una articulación y al menos un efector final; al menos un procesador de planificación de movimiento; y al menos un medio legible por el procesador no transitorio que almacena al menos una de las instrucciones o datos ejecutables por el procesador que, cuando se ejecutan por el al menos un procesador de planificación de movimiento, hace que al menos un procesador de planificación de movimiento: para cada uno de los objetos que se ensamblan, reciba información que representa una posición y orientación respectivas del objeto respectivo; procese por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice del al menos un robot que mueve el al menos un apéndice de una primera pose a una segunda pose sin colisiones y de la segunda pose a una tercera pose sin colisiones, la segunda pose que es una posición y una orientación en la que se coloca un sujetador roscado con respecto a un orificio roscado; haga que el al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice desde la primera pose a la tercera pose sin colisiones; haga que el efector final gire en una primera dirección de giro; detecte un asiento del sujetador roscado con una rosca del orificio roscado; y haga que el efector final gire en una segunda dirección de giro, la segunda dirección de giro opuesta a la primera dirección de giro.

Un método de funcionamiento en un sistema robótico para realizar una inspección de cada uno de una pluralidad de objetos ensamblados a medida que los objetos ensamblados son transportados más allá de una o más estaciones de inspección, el sistema robótico que incluye al menos un procesador de planificación de movimiento y al menos un robot, el al menos un robot que tiene al menos un apéndice, el al menos un apéndice tiene al menos una articulación y al menos un sensor, el método puede incluir: para cada uno de los objetos, capturar información que representa una posición y orientación respectivas del objeto respectivo; procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice del al menos un robot que mueve el al menos un apéndice de una primera pose a una segunda pose sin colisiones, la primera pose que es una primera pose definida y una primera orientación definida del al menos un sensor transportado por el al menos un apéndice, la segunda pose que es una segunda pose definida y una segunda orientación definida del al menos un sensor transportado por el al menos un apéndice con respecto a uno de los objetos ensamblados; y hacer que el al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice desde la primera pose a la segunda pose sin colisiones.

Procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice del al menos un robot puede incluir un plan

de movimiento que mueve el al menos un apéndice desde la primera pose a la segunda pose pasando por al menos una tercera pose todo sin colisiones, la tercera pose que es una tercera pose definida y una tercera orientación definida del al menos un sensor transportado por el al menos un apéndice con respecto a uno de los objetos ensamblados que se inspeccionan, al menos una de la tercera posición definida y la tercera orientación definida diferente de una respectiva de la segunda posición definida y la segunda orientación definida. El al menos un robot puede incluir una base que está en una posición fija y los objetos ensamblados se mueven con respecto a la base, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar para tener en cuenta tanto un movimiento de desplazamiento del objeto ensamblado en un marco de referencia del mundo real como un movimiento del respectivo objeto a ensamblar con respecto a un transportador. El al menos un robot es una base que se mueve en secuencia y en paralelo con el movimiento de los objetos ensamblados, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar para tener en cuenta tanto el movimiento de un transportador como el movimiento del respectivo objeto a ensamblar con respecto al transportador. El al menos un apéndice se puede acoplar de forma desmontable a al menos una parte móvil de un transportador, a un accesorio transportado por una parte del transportador o a los objetos a ensamblar para moverse junto con el mismo, y procesar por una pluralidad de lógica los circuitos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar para tener en cuenta un movimiento del respectivo objeto a ensamblar con respecto al transportador. Procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar para determinar un plan de movimiento para un primer apéndice del al menos un apéndice para acoplar de forma desmontable un segundo apéndice del al menos un apéndice de al menos uno de: una parte móvil de un medio de transporte, un accesorio transportado por la parte móvil del medio de transporte, o el objeto que se ensambla y transporta por la parte móvil del medio de transporte. Procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar para determinar un plan de movimiento para el primer apéndice del al menos un apéndice para desacoplar el segundo apéndice del al menos un apéndice de al menos uno de: la parte móvil del medio de transporte, el accesorio transportado por la parte móvil del medio de transporte, o el objeto que se ensambla y transporta por la parte móvil del medio de transporte. Procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar para determinar un plan de movimiento para un primer apéndice del al menos un apéndice para desacoplar un segundo apéndice del al menos un apéndice de al menos uno de: una parte móvil de un medio de transporte, un accesorio transportado por la parte móvil del medio de transporte, o el objeto ensamblado y transportado por la parte móvil del medio de transporte. Capturar información que representa una posición y orientación respectivas del objeto respectivo puede incluir capturar información de la imagen de al menos una cámara transportada por el al menos un apéndice. El al menos un apéndice puede incluir un primer apéndice y al menos un segundo apéndice, el segundo apéndice se puede mover por separado del primer apéndice, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar por la pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el primer apéndice y capturar información que representa una posición y orientación respectiva del objeto respectivo puede incluir capturar información de la imagen de al menos una cámara transportada por el segundo apéndice. El método puede incluir además: procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el segundo apéndice que transporta la al menos una cámara entre al menos dos poses diferentes sin colisiones. El al menos un robot puede incluir uno o más cables externos, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del procesador de planificación de movimiento puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del procesador de planificación de movimiento para producir un plan de movimiento donde se modela al menos una parte de uno o más cables externos que son parte del al menos un robot. El al menos un robot puede incluir uno o más cables externos, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del procesador de planificación de movimiento puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del procesador de planificación de movimiento para producir un plan de movimiento basándose en una posición futura y una orientación futura predichas de uno dado de los objetos ensamblados. Un primer apéndice del al menos un apéndice puede transportar al menos un sensor de imagen, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca el al menos un sensor de imagen transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para acoplar operativamente un objeto dentro de la parte del entorno que es detectada por al menos un sensor de imagen. Un primer apéndice del al menos un apéndice puede transportar al menos un sensor de contacto, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento

para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca el al menos un sensor de contacto transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para acoplar operativamente un objeto dentro de la parte del entorno que es detectada por el al menos un sensor de contacto. Un primer apéndice del al menos un apéndice puede transportar al menos un sensor capacitivo, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un primer plan de movimiento en el que una segunda pose respectiva del primer apéndice coloca el al menos un sensor capacitivo transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno. Un primer apéndice del al menos un apéndice puede transportar al menos un sensor de fuerza, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un primer plan de movimiento en el que una segunda pose respectiva del primer apéndice coloca el al menos un sensor de fuerza transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno. Un primer apéndice del al menos un apéndice puede transportar al menos un sensor de proximidad, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un primer plan de movimiento en el que una segunda pose respectiva del primer apéndice coloca el al menos un sensor de proximidad transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno. El al menos un apéndice puede incluir dos o más apéndices, y el al menos un sensor puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad y capturar información que representa una posición y orientación respectiva del objeto respectivo puede incluir capturar la información a través de una o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad. El sistema robótico puede incluir al menos un primer apéndice y un segundo apéndice, y la planificación del movimiento puede incluir determinar planes de movimiento para cada uno de los primeros y segundos apéndices para pasar uno de los efectores finales entre el primer y el segundo apéndices. El sistema robótico puede realizar las acciones de forma autónoma.

Un sistema robótico para realizar una inspección de cada uno de una pluralidad de objetos ensamblados a medida que los objetos ensamblados son transportados más allá de una o más estaciones de inspección, el sistema robótico puede incluir: al menos un robot, el al menos un robot que tiene al menos un apéndice, el al menos un apéndice que tiene al menos una articulación y al menos un sensor; al menos un procesador de planificación de movimiento; y al menos un medio legible por el procesador no transitorio que almacena al menos una de las instrucciones o datos ejecutables por el procesador que, cuando se ejecutan por el al menos un procesador de planificación de movimiento, hace que al menos un procesador de planificación de movimiento: para cada uno de los objetos, capture información que representa una posición y orientación respectivas del objeto respectivo; procese por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice del al menos un robot que mueve el al menos un apéndice de una primera pose a una segunda pose sin colisiones, la primera pose que es una primera posición definida y una primera orientación definida del al menos un sensor transportado por el al menos un apéndice, la segunda pose que es una segunda posición definida y una segunda orientación definida del al menos un sensor transportado por el al menos un apéndice con respecto a uno de los objetos ensamblados que se está inspeccionando; y haga que el al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice desde la primera pose a la segunda pose sin colisiones.

Un método de funcionamiento en un sistema robótico, el sistema robótico que incluye al menos un procesador de planificación de movimiento, al menos un sensor y al menos un robot, el al menos un robot que tiene al menos un apéndice, el al menos un apéndice que tiene al menos una articulación y al menos un efector final puede incluir: hacer sucesivamente que al menos un apéndice se mueva a cada una de una pluralidad de poses sucesivas; para el al menos un sensor, capturar sucesivamente información que representa una posición y orientación respectivas del sensor respectivo con respecto a una parte respectiva del al menos un apéndice en cada una de las poses sucesivas; para el al menos un sensor, determinar un conjunto respectivo de valores de calibración a partir de la información capturada sucesivamente; procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento calibrado para el al menos un apéndice del al menos un robot que mueve el al menos un apéndice de una primera pose a una segunda pose sin colisiones; y hacer que el al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice desde la primera pose a la segunda pose sin colisiones.

Un método de funcionamiento en un sistema robótico, el sistema robótico que incluye al menos un procesador de planificación de movimiento, al menos un sensor y al menos un robot, el al menos un robot que tiene al menos un apéndice, el al menos un apéndice que tiene al menos una articulación y al menos un efector final, el método puede incluir: capturar sucesivamente información que representa un volumen de espacio en el que funciona el al menos un apéndice, el volumen de espacio que es habitable por objetos estáticos y objetos dinámicos incluyendo humanos; basándose, al menos en parte, en la información capturada, procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un primer plan de movimiento que proporciona una primera trayectoria a través de una parte del volumen de espacio para al menos un apéndice que mueve al menos un apéndice entre varias poses sucesivas; basado al menos en parte en la información capturada, procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento posterior que proporciona una trayectoria posterior a través de una parte del volumen de espacio para al menos un apéndice que mueve el al menos un apéndice entre un número de poses sucesivas y que evita un objeto dinámico que de otro modo presentaría un riesgo de colisión por encima de un umbral definido para la primera trayectoria anterior; y hacer que sucesivamente el al menos un apéndice se mueva a cada una de una pluralidad de poses sucesivas según una actual del plan de movimiento.

El sistema robótico puede incluir un primer número de sensores en ubicaciones fijas respectivas que monitorizan el volumen de espacio, el primer número de sensores no transportados por los apéndices, y capturar sucesivamente información que representa un volumen de espacio en el que funciona el al menos un apéndice puede incluir capturar sucesivamente información a través del primer número de sensores en las ubicaciones fijas respectivas. El sistema robótico puede incluir un segundo número de sensores transportados por los apéndices que monitorizan el volumen de espacio, y capturar sucesivamente información que representa un volumen de espacio en el que funciona el al menos un apéndice puede incluir capturar sucesivamente información a través del segundo número de sensores transportados por los apéndices. El sistema robótico puede incluir un número de sensores transportados por los apéndices que monitorizan el volumen de espacio, y capturar sucesivamente información que representa un volumen de espacio en el que funciona el al menos un apéndice puede incluir capturar sucesivamente información a través de la cantidad de sensores transportados por los apéndices. El al menos un sensor puede incluir al menos un sensor de imagen, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento posterior para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar el plan de movimiento posterior basándose en la información de la imagen capturada a través del al menos un sensor. El al menos un sensor puede incluir al menos un sensor de imagen, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento posterior para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar el plan de movimiento posterior basándose en la información de la imagen capturada a través del al menos un sensor, el plan de movimiento posterior que emplea un impulso del al menos un apéndice para seguir una trayectoria que minimiza una probabilidad de una colisión con el objeto dinámico. El al menos un sensor puede incluir al menos un sensor de imagen, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento posterior para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar el plan de movimiento posterior basándose en la información de la imagen capturada a través del al menos un sensor. El al menos un sensor puede incluir al menos un sensor de imagen, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento posterior para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar el plan de movimiento posterior basándose en la información de la imagen capturada a través del al menos un sensor, el plan de movimiento posterior que emplea un impulso del al menos un apéndice para seguir una trayectoria que minimiza una probabilidad de una colisión con el objeto dinámico sin detener el movimiento del al menos un apéndice en respuesta a la presencia del objeto dinámico en el volumen de espacio. El al menos un sensor puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento posterior para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar el plan de movimiento posterior basándose en la información capturada a través del al menos un sensor, el plan de movimiento posterior que emplea un impulso del al menos un apéndice para seguir una trayectoria que minimiza una probabilidad de una colisión con el objeto dinámico. El al menos un sensor puede incluir una pluralidad de al menos un tipo de sensor que proporciona un alto nivel de redundancia y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento posterior para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar el plan de movimiento posterior basándose en la información capturada a través del al menos un sensor que está funcionando, el plan de movimiento posterior que emplea un impulso del al menos un apéndice para seguir una trayectoria que minimiza una probabilidad de una colisión con el objeto dinámico. El sistema robótico podrá realizar las acciones de forma autónoma.

Un sistema robótico puede incluir: al menos un robot, el al menos un robot que tiene al menos un apéndice, el al menos un apéndice que tiene al menos una articulación y al menos un efector final; al menos un procesador de planificación de movimiento; y al menos un medio legible por el procesador no transitorio que almacena al menos una de las instrucciones o datos ejecutables por el procesador que, cuando se ejecutan por el al menos un procesador de planificación de movimiento, hace que al menos un procesador de planificación de movimiento: capture sucesivamente información que representa un volumen de espacio en el que funciona el al menos un apéndice, el volumen de espacio que es habitable por objetos estáticos y objetos dinámicos, incluidos los humanos; basándose, al menos en parte, en la información capturada, procesada por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un primer plan de movimiento que proporciona una primera trayectoria a través de una parte del volumen de espacio para al menos un apéndice que mueve al menos un apéndice entre varias poses sucesivas; basándose, al menos en parte, en la información capturada, procesada por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento posterior que proporcione una trayectoria posterior a través de una parte del volumen de espacio para al menos un apéndice que mueve el al menos un apéndice entre un número de poses sucesivas y que evita un objeto dinámico que de otro modo presentaría un riesgo de colisión por encima de un umbral definido para la primera trayectoria anterior; y hacer que sucesivamente el al menos un apéndice se mueva a cada una de una pluralidad de poses sucesivas según una pose actual del plan de movimiento.

Un método de funcionamiento en un sistema robótico que incluye un primer apéndice y al menos un segundo apéndice, el primer y el segundo apéndices móviles dentro de un primer volumen operativo y un segundo volumen operativo, respectivamente, al menos una parte del segundo volumen operativo se superpone con al menos una parte del primer volumen operativo de manera que el primer y el segundo apéndices puedan colisionar físicamente entre sí, el método puede incluir: generar al menos un primer plan de movimiento para un primer apéndice que mueve el primer apéndice entre al menos una respectiva primera pose y una respectiva segunda pose dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices; generar al menos un segundo plan de movimiento para un segundo apéndice que mueve el segundo apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del segundo volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices; hacer que el primer apéndice se mueva según el primer plan de movimiento; y hacer que el segundo apéndice se mueva según el segundo plan de movimiento.

Generar un primer plan de movimiento y un segundo plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento y un segundo plan de movimiento en los que la segunda pose de al menos uno del primer apéndice o el segundo apéndice es una pose en la que un objeto es transferible desde una parte de uno de los primer y segundo apéndices a una parte del otro de los primer y segundo apéndices. Generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca una parte del primer apéndice para acoplar operativamente un primer objeto en un entorno, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para acoplar operativamente el primer objeto en el entorno. Generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca una parte del primer apéndice para acoplar operativamente un cajón en un entorno, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice en al menos uno de los lugares o recupera un objeto del cajón. El primer apéndice puede transportar al menos un sensor, y generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca el al menos un sensor transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para acoplar operativamente un objeto dentro de la parte del entorno que es detectada por al menos un sensor. El primer apéndice puede transportar al menos un sensor de imagen, y generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca el al menos un sensor de imagen transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para acoplar operativamente un objeto dentro de la parte del entorno que es detectada por el al menos un sensor de imagen. El primer apéndice puede transportar al menos un sensor de contacto, y generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca el al menos un sensor de contacto transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para acoplar operativamente un objeto dentro de la parte del entorno que es detectada por el al menos un sensor de contacto. El primer apéndice puede transportar al menos un sensor capacitivo, y generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca el al menos un sensor capacitivo transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para acoplar operativamente un objeto dentro de la parte del entorno que es detectada por el al menos un sensor capacitivo. El primer apéndice puede transportar al menos un sensor de fuerza, y generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer

apéndice coloca el al menos un sensor de fuerza transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para acoplar operativamente un objeto dentro de la parte del entorno que es detectada por el al menos un sensor de fuerza. El primer apéndice puede transportar al menos un sensor de proximidad, y generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca el al menos un sensor de proximidad transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para acoplar operativamente un objeto dentro de la parte del entorno que es detectada por el al menos un sensor de proximidad. Generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca una parte del primer apéndice para agarrar un primer objeto en un entorno, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para agarrar el primer objeto en el entorno. Generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca una parte del primer apéndice para sujetar un primer objeto en un entorno, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para sujetar el primer objeto en el entorno mientras el primer apéndice sostiene el primer objeto. Hacer que el primer apéndice se mueva según el primer plan de movimiento puede incluir hacer que el primer apéndice se mueva para estar en la respectiva segunda pose durante un primer período y hacer que el segundo apéndice se mueva según el segundo plan de movimiento puede incluir hacer que el segundo apéndice se mueva para estar en la respectiva segunda pose durante el primer período. El método puede incluir además: después de hacer que el primer apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y respectiva segunda pose, generar al menos un primer plan de movimiento actualizado para el primer apéndice que mueve el primer apéndice entre una respectiva pose actual o respectiva pose esperada a la segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre los apéndices primero y segundo. El método puede incluir además: generar dinámicamente una pluralidad de primeros planes de movimiento actualizados mientras se hace que el primer apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y la respectiva segunda pose. El método puede incluir además: después de hacer que el primer apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y respectiva segunda pose, generar al menos un primer plan de movimiento actualizado para el primer apéndice que mueve el primer apéndice entre una respectiva pose actual o respectiva pose esperada a la segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre los apéndices primero y segundo; y después de hacer que el segundo apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y la respectiva segunda pose, generar al menos un segundo plan de movimiento actualizado para el segundo apéndice que mueve el segundo apéndice entre una respectiva pose actual o respectiva pose esperada a la respectiva segunda pose dentro del segundo volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices. El segundo apéndice también puede transportar un sensor respectivo además del efector final respectivo transportado por el segundo apéndice, y el método puede incluir además: recibir información recogida por el sensor transportado por el segundo apéndice; y generar dinámicamente una pluralidad de segundos planes de movimiento actualizados basándose, menos en parte, en la información recibida recogida por el sensor transportado por el segundo apéndice. El primer apéndice también puede transportar un efector final respectivo además del respectivo al menos un sensor transportado por el primer apéndice, y el método puede incluir además: generar dinámicamente una pluralidad de primeros planes de movimiento actualizados basándose, al menos en parte, en la información recibida recogida por al menos uno de los sensores transportados por el segundo apéndice, los primeros planes de movimiento actualizados que colocan el efector final respectivo transportado por el primer apéndice para acoplar físicamente un objeto en un entorno en cooperación con el efector final respectivo del segundo apéndice. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer apéndice puede incluir generar un primer plan de movimiento que mueve además el primer apéndice entre al menos la respectiva segunda pose y una respectiva tercera pose dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices. El sistema robótico puede incluir al menos un tercer apéndice que transporta al menos uno de un sensor respectivo o un efector final respectivo, el tercer apéndice puede moverse dentro de un tercer volumen operativo, al menos una parte del tercer volumen operativo se superpone con al menos una parte de al menos uno de los volúmenes operativos primero o segundo de manera que los apéndices primero, segundo y tercero puedan colisionar físicamente entre sí, el método puede incluir: generar al menos un tercer plan de movimiento para un tercer apéndice que mueve el tercer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del tercer volumen operativo sin colisiones al menos entre el primero, el segundo y el tercer apéndice; hacer que el tercer apéndice se mueva según el tercer plan de movimiento. El sistema robótico puede realizar las acciones de forma autónoma.

Un sistema robótico puede incluir: un primer apéndice móvil dentro de un primer volumen operativo; al menos un segundo apéndice móvil dentro de un segundo volumen operativo, al menos una parte del segundo volumen operativo se superpone con al menos una parte del primer volumen operativo de manera que el primer y el segundo apéndices son capaces de colisionar físicamente entre sí; al menos un procesador de planificación de movimiento; y al menos un medio legible por el procesador no transitorio que almacena al menos una de las instrucciones o datos ejecutables por el procesador que, cuando se ejecutan por el al menos un procesador de planificación de movimiento, hace que al menos un procesador de planificación de movimiento: genere al menos un primer plan de movimiento para un primer apéndice que mueve el primer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva

dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices; generar al menos un segundo plan de movimiento para un segundo apéndice que mueve el segundo apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del segundo volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices; hacer que el primer apéndice se mueva según el primer plan de movimiento; y hacer que el segundo apéndice se mueva según el segundo plan de movimiento.

Un método de funcionamiento en un sistema robótico que incluye un primer apéndice que transporta al menos un sensor y al menos un segundo apéndice que transporta al menos un efector final, el primer y el segundo apéndices móviles dentro de un primer volumen operativo y un segundo volumen operativo, respectivamente, al menos una parte del segundo volumen operativo se superpone con al menos una parte del primer volumen operativo de manera que el primer y el segundo apéndices pueden colisionar físicamente entre sí, el método puede incluir: generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice que mueve el primer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices, la respectiva segunda pose que coloca al menos un sensor transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno; generar al menos un segundo plan de movimiento para el segundo apéndice que mueve el segundo apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del segundo volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices, la respectiva segunda pose en la que el efector final transportado por el segundo apéndice está colocado para acoplarse operativamente a un objeto dentro de la parte del entorno que es detectada por el al menos un sensor; hacer que el primer apéndice se mueva según el primer plan de movimiento; recibir información recogida por el al menos un sensor transportado por el primer apéndice; y hacer que el segundo apéndice se mueva según el segundo plan de movimiento.

El método puede incluir además: generar dinámicamente una pluralidad de segundos planes de movimiento actualizados basándose en la información recibida recogida por el al menos un sensor transportado por el primer apéndice. El método puede incluir además: generar dinámicamente una pluralidad de segundos planes de movimiento actualizados basándose en la información recibida recogida por el al menos un sensor transportado por el primer apéndice mientras hace que el primer apéndice se mueva. El al menos un sensor transportado por el primer apéndice puede incluir al menos un sensor de imagen, y recibir información recogida por el al menos un sensor transportado por el primer apéndice puede incluir recibir información de la imagen. El al menos un sensor transportado por el primer apéndice puede incluir al menos un sensor de contacto, y recibir información recogida por el al menos un sensor transportado por el primer apéndice puede incluir recibir información de contacto. El al menos un sensor transportado por el primer apéndice puede incluir al menos un sensor capacitivo, y recibir información recogida por el al menos un sensor transportado por el primer apéndice puede incluir recibir información capacitiva. El al menos un sensor transportado por el primer apéndice puede incluir al menos un sensor de fuerza, y recibir información recogida por el al menos un sensor transportado por el primer apéndice puede incluir recibir información de fuerza. El al menos un sensor transportado por el primer apéndice puede incluir al menos un sensor de proximidad, y recibir información recogida por el al menos un sensor transportado por el primer apéndice puede incluir recibir información de proximidad. Generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca una parte del primer apéndice para tocar un primer objeto en un entorno, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para agarrar el primer objeto en el entorno. Generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca una parte del primer apéndice para tocar un primer objeto en un contenedor, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para agarrar el primer objeto en el contenedor. Generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca una parte del primer apéndice para tocar un primer objeto en un cajón, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para agarrar el primer objeto en el cajón. El segundo apéndice también puede transportar un sensor respectivo además del efector final respectivo transportado por el segundo apéndice, y el método puede incluir además: recibir información recogida por el sensor transportado por el segundo apéndice; y generar dinámicamente una pluralidad de segundos planes de movimiento actualizados basándose, al menos en parte, en la información recibida recogida por el sensor transportado por el segundo apéndice. El primer apéndice también puede transportar un efector final respectivo además del respectivo al menos un sensor transportado por el primer apéndice, y el método puede incluir además: generar dinámicamente una pluralidad de primeros planes de movimiento actualizados basándose, al menos en parte, en la información recibida recogida por al menos uno de los sensores transportados por el segundo apéndice, los primeros planes de movimiento actualizados que colocan el efector final respectivo transportado por el primer apéndice para acoplar físicamente un objeto en un entorno en cooperación con el efector final respectivo del segundo apéndice. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer apéndice puede incluir generar un primer plan de movimiento que mueve además el primer apéndice entre al menos la respectiva segunda pose y una respectiva tercera pose dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices. El sistema robótico puede incluir al menos un tercer apéndice que transporta al menos uno de un sensor respectivo o un efector final respectivo, el tercer apéndice puede moverse dentro de un tercer volumen operativo, al menos una parte del tercer volumen operativo se superpone con al menos una parte de al menos uno de los volúmenes operativos primero o segundo de manera que los apéndices primero, segundo y tercero puedan colisionar físicamente entre sí, el método puede incluir: generar al menos un tercer plan de movimiento

para un tercer apéndice que mueve el tercer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del tercer volumen operativo sin colisiones al menos entre el primero, el segundo y el tercer apéndices; y hacer que el tercer apéndice se mueva según el tercer plan de movimiento. El sistema robótico puede realizar las acciones de forma autónoma.

- 5 Un sistema robótico puede incluir: un primer apéndice que transporta al menos un sensor y que es móvil dentro de un primer volumen operativo; al menos un segundo apéndice que transporta al menos un efector final y que es móvil dentro de un segundo volumen operativo, al menos una parte del segundo volumen operativo se superpone con al menos una parte del primer volumen operativo de manera que el primer y segundo apéndices son capaces de colisionar físicamente entre sí; al menos un procesador de planificación de movimiento; y al menos un medio legible por el procesador no transitorio que almacena al menos una de las instrucciones o datos ejecutables por el procesador que, cuando son ejecutados por el al menos un procesador de planificación de movimiento, hace que el al menos un procesador de planificación de movimiento: genere al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice que mueve el primer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices, la respectiva segunda pose que coloca al menos un sensor transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno; genere al menos un segundo plan de movimiento para el segundo apéndice que mueve el segundo apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del segundo volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices, la respectiva segunda pose en la que el efector final transportado por el segundo apéndice está colocado para acoplarse operativamente a un objeto dentro de la parte del entorno que es detectada por el al menos un sensor; haga que el primer apéndice se mueva según el primer plan de movimiento; reciba información recogida por el al menos un sensor transportado por el primer apéndice; y haga que el segundo apéndice se mueva según el segundo plan de movimiento.

- Un método de funcionamiento en un sistema robótico que incluye un primer apéndice que transporta al menos un sensor y al menos un efector final, el primer apéndice móvil dentro de un primer volumen operativo, el método puede incluir: recibir información recogida por el al menos un sensor transportado por el primer apéndice; generar dinámicamente en una pluralidad de intervalos de tiempo sucesivos una pluralidad de planes de movimiento actualizados para el primer apéndice que mueve el primer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones basándose, al menos en parte, en la información recibida recogida por el al menos un sensor transportado por el primer apéndice; y hacer que el primer apéndice se mueva según los planes de movimiento generados dinámicamente para el primer apéndice.

- Generar dinámicamente en una pluralidad de intervalos de tiempo sucesivos una pluralidad de planes de movimiento actualizados para el primer apéndice puede incluir generar dinámicamente la pluralidad de planes de movimiento actualizados para el primer apéndice mientras hace que el primer apéndice se mueva. El al menos un sensor transportado por el primer apéndice puede incluir al menos un sensor de imagen, y recibir información recogida por el al menos un sensor transportado por el primer apéndice puede incluir recibir información de la imagen. El al menos un sensor transportado por el primer apéndice puede incluir al menos un sensor de contacto, y recibir información recogida por el al menos un sensor transportado por el primer apéndice puede incluir recibir información de contacto. El al menos un sensor transportado por el primer apéndice puede incluir al menos un sensor capacitivo, y recibir información recogida por el al menos un sensor transportado por el primer apéndice puede incluir recibir información capacitiva. El al menos un sensor transportado por el primer apéndice puede incluir al menos un sensor de fuerza, y recibir información recogida por el al menos un sensor transportado por el primer apéndice puede incluir recibir información de fuerza. El al menos un sensor transportado por el primer apéndice puede incluir al menos un sensor de proximidad, y recibir información recogida por el al menos un sensor transportado por el primer apéndice puede incluir recibir información de proximidad. Generar dinámicamente en una pluralidad de intervalos de tiempo sucesivos una pluralidad de planes de movimiento actualizados para el primer apéndice puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca el efector final transportado por el primer apéndice para tocar un primer objeto en un entorno. Generar dinámicamente en una pluralidad de intervalos de tiempo sucesivos una pluralidad de planes de movimiento actualizados para el primer apéndice puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca una parte del primer apéndice para tocar un primer objeto en un contenedor. Generar dinámicamente en una pluralidad de intervalos de tiempo sucesivos una pluralidad de planes de movimiento actualizados para el primer apéndice puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca una parte del primer apéndice para tocar un primer objeto en un cajón. Generar dinámicamente en una pluralidad de intervalos de tiempo sucesivos una pluralidad de planes de movimiento actualizados para el primer apéndice puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca el efector final transportado por el primer apéndice para agarrar un primer objeto en un cajón. Generar dinámicamente en una pluralidad de intervalos de tiempo sucesivos una pluralidad de planes de movimiento actualizados para el primer apéndice puede incluir generar un primer plan de movimiento que mueve además el primer apéndice entre al menos la respectiva segunda pose y una respectiva tercera pose dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices. El sistema robótico puede incluir además al menos un segundo apéndice, el segundo apéndice móvil dentro de un segundo volumen operativo, al menos una parte del segundo volumen operativo se superpone con al menos una parte del primer volumen operativo, de manera que el primer y el segundo apéndices son capaces de colisionar físicamente entre sí, el método puede incluir: generar dinámicamente en una pluralidad de intervalos de tiempo sucesivos una pluralidad

de planes de movimiento actualizados para el segundo apéndice que mueve el segundo apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del segundo volumen operativo sin colisiones; y hacer que el segundo apéndice se mueva según los planes de movimiento actualizados generados dinámicamente para el segundo apéndice. El sistema robótico puede realizar las acciones de forma autónoma.

- 5 Un sistema robótico puede incluir: un primer apéndice que transporta al menos un sensor y al menos un efector final, y que es móvil dentro de un primer volumen operativo; al menos un procesador de planificación de movimiento; y al menos un medio legible por el procesador no transitorio que almacena al menos una de las instrucciones o datos ejecutables por el procesador que, cuando se ejecutan por el al menos un procesador de planificación de movimiento, hace que al menos un procesador de planificación de movimiento: reciba información recogida por el al menos un sensor transportado
- 10 por el primer apéndice; genere dinámicamente en una pluralidad de intervalos de tiempo sucesivos una pluralidad de planes de movimiento actualizados para el primer apéndice que mueve el primer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones basándose en la información recibida recogida por el al menos un sensor transportado por el primer apéndice; haga que el primer apéndice se mueva según los planes de movimiento generados dinámicamente para el primer apéndice.
- 15 Un método de funcionamiento en un sistema robótico para empaquetar artículos en cajas, el sistema robótico que incluye un primer apéndice y al menos un segundo apéndice, el primer y el segundo apéndices móviles dentro de un primer volumen operativo y un segundo volumen operativo, respectivamente, al menos una parte del segundo volumen operativo se superpone con al menos una parte del primer volumen operativo de manera que los apéndices primero y segundo pueden colisionar físicamente entre sí, el método puede incluir: generar al menos un primer plan de
- 20 movimiento para el primer apéndice que mueve el primer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices, la segunda pose que ubica una parte del primer apéndice al menos una por encima o dentro de una caja; generar al menos un segundo plan de movimiento para el segundo apéndice que mueve el segundo apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del segundo volumen operativo sin
- 25 colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices; hacer que el primer apéndice se mueva según el primer plan de movimiento; y hacer que el segundo apéndice se mueva según el segundo plan de movimiento.

- Generar un primer plan de movimiento y un segundo plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento y un segundo plan de movimiento en los que la segunda pose de al menos uno del primero o del segundo apéndices puede ser una pose en la que un artículo es transferible desde una parte de uno de los primer y segundo apéndices a la caja. Generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca una parte del primer apéndice para transferir el artículo a la caja, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para acoplar operativamente una parte de la caja. Generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca una parte del primer apéndice para transferir el artículo a la caja, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para acoplar operativamente una solapa de la caja. Generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la primera pose del primer apéndice coloca una parte del primer apéndice para acoplar operativamente un cajón en un entorno, y generar un
- 30 segundo plan de movimiento puede incluir recuperar el objeto de un contenedor y la segunda pose del primer apéndice coloca una parte del primer apéndice para colocar el artículo en la caja. El segundo apéndice puede transportar al menos un sensor, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca el al menos un sensor transportado por el segundo apéndice para detectar operativamente una parte de un interior de la caja, y generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca una parte del primer apéndice para transferir el artículo en el interior de la caja mientras el interior de la caja es detectado por al menos un sensor. El segundo apéndice puede transportar al menos un sensor de imagen, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca el al menos un sensor de imagen transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un interior de la caja, y generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca una parte del primer apéndice para transferir el artículo en el interior de la caja. Generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca una parte del primer apéndice para transferir el artículo a la caja, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la primera pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para recuperar materiales de embalaje y la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para transferir el material de embalaje recuperado al interior de la caja. El método puede incluir además: generar un tercer plan de movimiento en el que una primera pose de al menos uno de los apéndices coloca al menos un apéndice para recuperar materiales de embalaje, una segunda pose de al menos uno de los apéndices coloca al menos un apéndice para envolver un artículo, y una
- 40 tercera pose de al menos uno de los apéndices coloca al menos un apéndice para transferir el artículo envuelto al interior de la caja. El al menos un apéndice puede incluir dos o más apéndices, y el al menos un sensor puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores
- 50
- 55
- 60

láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad. El método puede incluir además: después de hacer que el primer apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y la respectiva segunda pose, generar al menos un primer plan de movimiento actualizado para el primer apéndice que mueve el primer apéndice entre una respectiva pose actual o respectiva pose esperada a la segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre los apéndices primero y segundo. El método puede incluir además: generar dinámicamente una pluralidad de primeros planes de movimiento actualizados mientras se hace que el primer apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y la respectiva segunda pose. El método puede incluir además: después de hacer que el primer apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y la respectiva segunda pose, generar al menos un primer plan de movimiento actualizado para el primer apéndice que mueve el primer apéndice entre una respectiva pose actual o respectiva pose esperada a la respectiva segunda pose dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices; y después de hacer que el segundo apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y la respectiva segunda pose, generar al menos un segundo plan de movimiento actualizado para el segundo apéndice que mueve el segundo apéndice entre una respectiva pose actual o respectiva pose esperada a la respectiva segunda pose dentro del segundo volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices. El sistema robótico puede incluir al menos un tercer apéndice que transporta al menos uno de un sensor respectivo o un efector final respectivo, el tercer apéndice puede moverse dentro de un tercer volumen operativo, al menos una parte del tercer volumen operativo se superpone con al menos una parte de al menos uno de los volúmenes operativos primero o segundo de manera que los apéndices primero, segundo y tercero puedan colisionar físicamente entre sí, el método puede incluir: generar al menos un tercer plan de movimiento para un tercer apéndice que mueve el tercer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del tercer volumen operativo sin colisiones al menos entre el primero, el segundo y el tercer apéndice; hacer que el tercer apéndice se mueva según el tercer plan de movimiento. El sistema robótico puede realizar las acciones de forma autónoma.

Un sistema robótico para empaquetar artículos en cajas, el sistema robótico puede incluir: un primer apéndice que es móvil dentro de un primer volumen operativo; un segundo apéndice móvil dentro de un segundo volumen operativo, al menos una parte del segundo volumen operativo se superpone con al menos una parte del primer volumen operativo de manera que el primer y segundo apéndices pueden colisionar físicamente entre sí; al menos un procesador de planificación de movimiento; y al menos un medio legible por el procesador no transitorio que almacena al menos una de las instrucciones o datos ejecutables por el procesador que, cuando se ejecutan por el al menos un procesador de planificación de movimiento, hace que al menos un procesador de planificación de movimiento: genere al menos un primer plan de movimiento para un primer apéndice que mueve el primer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices, la segunda pose que ubica una parte del primer apéndice en al menos uno de los anteriores o dentro de un recuadro; genere al menos un segundo plan de movimiento para un segundo apéndice que mueve el segundo apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del segundo volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices; haga que el primer apéndice se mueva según el primer plan de movimiento; y haga que el segundo apéndice se mueva según el segundo plan de movimiento.

Un método de funcionamiento en un sistema robótico para manejar el almacenamiento en estantes y la disposición de artículos en los estantes, el sistema robótico que incluye al menos un robot que transporta al menos un sensor, el método puede incluir: generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot del al menos un sistema robótico, el primer plan de movimiento que mueve al menos una parte del primer robot entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva con respecto a un primer conjunto de estantes para detectar al menos una de una cantidad y disposición de artículos en los estantes; hacer que al menos una parte del primer robot se mueva según el primer plan de movimiento; y capturar sucesivamente información que representa el almacenamiento y la disposición de los artículos en los estantes en al menos una de la primera pose, la segunda pose o una pose intermedia entre la primera y la segunda pose.

El primer robot puede ser un robot autopropulsado, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el robot autopropulsado con respecto a un pasillo a lo largo del cual se extiende el primer juego de estantes. El al menos un sensor transportado por el robot autopropulsado puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad montados en una parte del robot autopropulsado que no es un apéndice, y capturar sucesivamente información que representa un almacenamiento y la disposición de los artículos en los estantes puede incluir capturar la información a través de una o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad. El método puede incluir además: capturar sucesivamente información que representa un volumen operativo de espacio de un pasillo a lo largo del cual se extiende el primer conjunto de estantes, y en el que generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para

el robot autopropulsado con respecto a un pasillo que minimiza un riesgo de colisión con objetos en el pasillo. El método puede incluir además: capturar sucesivamente información que representa un volumen operativo de espacio de un pasillo a lo largo del cual se extiende el primer conjunto de estantes, y en el que generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el robot autopropulsado con respecto a un pasillo que detiene el robot autopropulsado si se detecta un objeto similar a un humano en la trayectoria del robot autopropulsado. El método puede incluir además: capturar sucesivamente información que representa un volumen operativo de espacio de un pasillo a lo largo del cual se extiende el primer conjunto de estantes, y en el que generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el robot autopropulsado con respecto a un pasillo que cambia la trayectoria del robot autopropulsado para evitar un objeto similar a un humano que se detecta en la trayectoria del robot autopropulsado, sin detener un movimiento del robot autopropulsado. El primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un sensor, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice con respecto al primer juego de estantes. El al menos un apéndice puede transportar al menos uno de los al menos un sensor, y el al menos un sensor puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad, y capturar sucesivamente información que representa un almacenamiento y la disposición de los artículos en los estantes puede incluir capturar la información a través de una o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad. El primer robot puede incluir un segundo apéndice con al menos una articulación, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto al primer conjunto de estantes. El segundo apéndice puede transportar al menos un sensor, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto al primer conjunto de estantes que se extienden a lo largo el pasillo. El al menos un sensor transportado por el segundo apéndice puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más láser sensores, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad, y capturar sucesivamente información que representa un almacenamiento y disposición de artículos en los estantes puede incluir capturar la información a través de uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento y, o, uno o más sensores de proximidad. El segundo apéndice puede transportar al menos un efector final y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto al primer conjunto de estantes que se extienden a lo largo del pasillo. El segundo apéndice puede transportar al menos un efector final, y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto a un segundo conjunto de estantes que se extienden a lo largo del pasillo. El al menos un efector final puede incluir una pinza, un gancho o una garra, y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto al primer conjunto de estantes que se extienden a lo largo del pasillo. El al menos un efector final puede incluir una pinza, un gancho o una garra, y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice entre una primera pose y una segunda pose, la primera pose que coloca y orienta el segundo apéndice para recuperar un artículo de un suministro de artículos para reponer un estante del primer conjunto de estantes y la segunda pose que coloca y orienta el segundo apéndice para colocar el artículo recuperado en el estante del primer conjunto de estantes. Generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice entre una primera pose y una segunda pose, la primera pose que coloca y orienta el segundo apéndice para acoplar operativamente uno o más artículos en un estante del primer juego de estantes y la segunda pose que coloca y orienta el segundo apéndice para recolocar uno o más artículos acoplados operativamente en el estante del primer juego de estantes. Generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice entre una primera pose y una segunda pose, la primera pose que coloca y orienta el segundo apéndice para recuperar un artículo de un estante del primer juego de estantes y la segunda pose que coloca y orienta el segundo apéndice para colocar el artículo recuperado en un segundo estante del primer juego de estantes. Generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de

movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice entre una primera pose y una segunda pose, la primera pose que coloca y orienta el segundo apéndice para recuperar un artículo de un estante del primer conjunto de estantes y la segunda pose que coloca y orienta el segundo apéndice para colocar el artículo recuperado en un contenedor transportado por el primer robot. El método puede incluir además generar al menos un tercer plan de movimiento para el primer robot que especifica una trayectoria para el segundo apéndice entre una tercera pose y una cuarta pose, la tercera pose que coloca y orienta el segundo apéndice para recuperar el artículo del contenedor transportado por el primer robot y la segunda pose que coloca y orienta el segundo apéndice para colocar el artículo recuperado del contenedor en un estante de un segundo juego de estantes, el segundo juego de estantes que excluye el primer juego de estantes. El primer robot es un robot autopropulsado, el método puede incluir además: generar al menos un cuarto plan de movimiento para el robot autopropulsado que especifica una trayectoria para el robot autopropulsado entre el primer conjunto de estantes y el segundo conjunto de estantes; y hacer que el robot autopropulsado recorra la trayectoria definida por el cuarto plan de movimiento; posteriormente, hacer que el segundo apéndice se mueva a lo largo de la trayectoria definida por el tercer plan de movimiento. El método puede incluir además: hacer que el segundo apéndice se mueva según el segundo plan de movimiento, generar al menos el primer plan de movimiento para un primer robot del al menos un robot puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento. El sistema robótico puede realizar las acciones de forma autónoma.

Un sistema robótico para manejar el almacenamiento en estantes y la disposición de artículos en los estantes puede incluir: al menos un robot; al menos un sensor, el al menos un sensor transportado por ese al menos un robot; al menos un procesador de planificación de movimiento; y al menos un medio legible por el procesador no transitorio que almacena al menos una de las instrucciones o datos ejecutables por el procesador que, cuando se ejecutan por el al menos un procesador de planificación de movimiento, hace que el al menos un procesador de planificación de movimiento: genere al menos un primer plan de movimiento para el al menos un robot, el primer plan de movimiento que mueve el primer robot entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva con respecto a un primer conjunto de estantes para detectar al menos uno de una cantidad y disposición de artículos en los estantes; haga que el al menos un robot se mueva según el primer plan de movimiento; y capture sucesivamente información que representa el almacenamiento y la disposición de los artículos en los estantes en al menos una de la primera pose, la segunda pose o una pose intermedia entre la primera y la segunda pose.

Un método de funcionamiento en un sistema robótico para manejar equipaje, el sistema robótico que incluye al menos un robot y al menos un sensor, el método puede incluir: recibir información que representa un entorno que incluye una pluralidad de piezas de equipaje; generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot del al menos un robot, el primer plan de movimiento que mueve al menos una parte del primer robot entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva con respecto a la pluralidad de piezas de equipaje; y hacer que al menos una parte del primer robot se mueva según el primer plan de movimiento.

El primer robot puede ser un robot autopropulsado, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el robot autopropulsado con respecto a las piezas de equipaje. El al menos un sensor transportado por el robot autopropulsado puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad montados en una parte del robot autopropulsado que no es un apéndice, y recibir información que representa un entorno que incluye una pluralidad de piezas de equipaje puede incluir recibir la información a través de una o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para al menos la parte del primer robot con respecto al entorno que minimiza un riesgo de colisión con objetos en el entorno. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para al menos la parte del primer robot con respecto al primer entorno que detiene la al menos la parte del primer robot si se detecta un objeto similar a un humano en la trayectoria del robot autopropulsado. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para la al menos la parte del primer robot que cambia la trayectoria de la al menos la parte del primer robot para evitar un objeto similar a un humano que se detecta en la trayectoria de la al menos la parte del robot, sin detener un movimiento de la al menos la parte del primer robot. El primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un sensor, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice con respecto a al menos una pieza de equipaje de la pluralidad de piezas de equipaje. El al menos un apéndice puede transportar al menos uno de los al menos un sensor, y el al menos un sensor puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de

fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad, y recibir información que representa un entorno que incluye una pluralidad de piezas de equipaje puede incluir recibir la información a través de uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos sensores, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad. El entorno puede incluir al menos un transportador, y el primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un sensor, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice con respecto al al menos un transportador o pieza de equipaje de la pluralidad de piezas de equipaje. El entorno puede incluir al menos un transportador, y el primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un sensor, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para que el primer apéndice recoja una primera pieza de equipaje de la pluralidad de piezas de equipaje y coloque la pieza de equipaje recogida en un primer transportador del al menos un transportador. El entorno puede incluir al menos un transportador, y el primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un sensor, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice para recoger una primera pieza de equipaje de la pluralidad de piezas de equipaje desde un primer transportador del al menos un transportador. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice para depositar la primera pieza de equipaje de la pluralidad de piezas de equipaje en una ubicación definida. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para que el primer apéndice deposite la primera pieza de equipaje de la pluralidad de piezas de equipaje en un segundo transportador de al menos un transportador, el segundo transportador que es un transportador diferente del primer transportador y desconectado del mismo. Generar un primer plan de movimiento puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice, primero para recuperar la primera pieza de equipaje de la pluralidad de piezas de equipaje de un primer transportador y segundo para depositar la primera pieza de equipaje en el segundo transportador. Generar un primer plan de movimiento puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice, primero para recuperar la primera pieza de equipaje de la pluralidad de piezas de equipaje del primer transportador, haciendo coincidir una primera velocidad del primer transportador, y segundo para depositar la primera pieza de equipaje en el segundo transportador, haciendo coincidir una segunda velocidad del segundo transportador, la segunda velocidad que es diferente de la primera velocidad. El primer robot puede incluir un segundo apéndice con al menos una articulación, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto a al menos una pieza de equipaje de la pluralidad de piezas de equipaje. El segundo apéndice puede transportar al menos un sensor, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto a al menos una pieza de equipaje de la pluralidad de piezas de equipaje o un transportador. El al menos un sensor transportado por el segundo apéndice puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad, y recibir información que representa un almacenamiento y la disposición de los artículos en los estantes puede incluir recibir la información a través de una o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento y uno o más sensores de proximidad. El segundo apéndice puede transportar al menos un efector final, y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto a al menos una pieza de equipaje de la pluralidad de piezas de equipaje. El segundo apéndice puede transportar al menos un efector final, y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto a al menos un transportador o carro portaequipajes. El al menos un efector final puede incluir una pinza, un gancho o una garra, y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice a al menos una pieza de equipaje de la pluralidad de piezas de equipaje. El al menos un efector final puede incluir una pinza, un gancho o una garra, y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto a un transportador de equipaje. Generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice entre una primera pose y una segunda pose, la primera pose que coloca y orienta el segundo apéndice para recuperar una pieza de equipaje de una primera área y la segunda pose que coloca y orienta el segundo apéndice para colocar la pieza de equipaje recuperada en una segunda área, la segunda área separada de la primera área. Generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria

para el segundo apéndice entre una primera pose y una segunda pose, la primera pose que coloca y orienta el segundo apéndice para recuperar una pieza de equipaje de una primera área y la segunda pose que coloca y orienta el segundo apéndice para colocar la pieza de equipaje recuperada en un transportador de equipaje. Generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice entre una primera pose y una segunda pose, la primera pose que coloca y orienta el segundo apéndice para recuperar una pieza de equipaje de un transportador y la segunda pose que coloca y orienta el segundo apéndice para colocar la pieza de equipaje recuperada en un área que no es un transportador. Generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice entre una primera pose y una segunda pose, la primera pose que coloca y orienta el segundo apéndice para recuperar una pieza de equipaje de un transportador y la segunda pose que coloca y orienta el segundo apéndice para colocar la pieza de equipaje recuperada en un carro portaequipajes. Generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice entre una primera pose y una segunda pose, la primera pose que coloca y orienta el segundo apéndice para recuperar una pieza de equipaje de un carro portaequipajes y la segunda pose que coloca y orienta el segundo apéndice para colocar la pieza de equipaje recuperada en un transportador de equipaje. Generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice entre una primera pose y una segunda pose, la primera pose que coloca y orienta el segundo apéndice para recuperar una pieza de equipaje de un primer transportador y la segunda pose que coloca y orienta el segundo apéndice para colocar la pieza de equipaje recuperada en un segundo transportador, el segundo transportador diferente del primer transportador. El método puede incluir además: generar al menos un tercer plan de movimiento para el primer robot que especifica una trayectoria para el segundo apéndice entre una tercera pose y una cuarta pose, la tercera pose que coloca y orienta el segundo apéndice para recuperar el equipaje de un primer carro portaequipajes y la cuarta pose que coloca y orienta el segundo apéndice para colocar el equipaje recuperado en un segundo carro portaequipajes. El primer robot puede ser un robot autopropulsado, el método puede incluir además: generar al menos un cuarto plan de movimiento para el robot autopropulsado que especifica una trayectoria para el robot autopropulsado a través de al menos una parte del entorno; y hacer que el robot autopropulsado recorra la trayectoria definida por el cuarto plan de movimiento; posteriormente, hacer que el segundo apéndice se mueva a lo largo de la trayectoria definida por el tercer plan de movimiento. El método puede incluir además: hacer que el segundo apéndice se mueva según el segundo plan de movimiento. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot del al menos un robot puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot del al menos un robot puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento. El sistema robótico puede realizar las acciones de forma autónoma.

Un sistema robótico para manejar equipaje puede incluir: al menos un robot, que incluye un primer robot; al menos un sensor; al menos un procesador de planificación de movimiento; y al menos un medio legible por el procesador no transitorio que almacena al menos una de las instrucciones o datos ejecutables por el procesador que, cuando se ejecutan por el al menos un procesador de planificación de movimiento, hace que al menos un procesador de planificación de movimiento: reciba información que representa un entorno que incluye una pluralidad de piezas de equipaje; genere al menos un primer plan de movimiento para un primer robot del al menos un robot, el primer plan de movimiento que mueve al menos una parte del primer robot entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva con respecto a la pluralidad de piezas de equipaje; y haga que al menos una parte del primer robot se mueva según el primer plan de movimiento.

Un método de funcionamiento en un sistema robótico para manejar materiales para reciclar, el sistema robótico que incluye al menos un robot y al menos un sensor, el método puede incluir: recibir información que representa un entorno que incluye una pluralidad de piezas de materiales para reciclar; generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot del al menos un robot, el primer plan de movimiento que mueve al menos una parte del primer robot entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva con respecto a la pluralidad de piezas de materiales para reciclar; y hacer que al menos una parte del primer robot se mueva según el primer plan de movimiento.

El primer robot puede ser un robot autopropulsado, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el robot autopropulsado con respecto a las piezas de material para reciclar. El al menos un sensor transportado por el robot autopropulsado puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, uno o más sensores magnéticos o de metales ferrosos, y/o uno o más sensores de proximidad montados en una parte del robot autopropulsado que no es un apéndice, y recibir información que representa un entorno que incluye una pluralidad de piezas de materiales para reciclar puede incluir recibir la información a través de uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, uno o más sensores magnéticos o de metales ferrosos

y/o uno o más sensores de proximidad. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para al menos la parte del primer robot con respecto al entorno que minimiza un riesgo de colisión con objetos en el entorno. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para al menos la parte del primer robot con respecto al primer entorno que detiene la al menos la parte del primer robot si se detecta un objeto similar a un humano en la trayectoria del robot autopropulsado. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para la al menos la parte del primer robot que cambia la trayectoria de la al menos la parte del primer robot para evitar un objeto similar a un humano que se detecta en la trayectoria de la al menos la parte del robot, sin detener un movimiento de la al menos la parte del primer robot. El primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un sensor, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice con respecto a al menos una pieza de material de la pluralidad de piezas de material para reciclar. El al menos un apéndice puede transportar al menos uno de los al menos un sensor, y el al menos un sensor puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, uno o más sensores magnéticos o de metales ferrosos y, o, uno o más sensores de proximidad, y recibir información que representa un entorno que incluye una pluralidad de piezas de material para reciclar puede incluir recibir la información a través de una o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos sensores, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, uno o más sensores magnéticos o de metales ferrosos y, o, uno o más sensores de proximidad. El entorno puede incluir al menos un transportador, y el primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un sensor, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice con respecto al al menos un transportador o una pieza de material de la pluralidad de piezas de material para reciclar. El entorno puede incluir al menos un transportador, y el primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un sensor, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para que el primer apéndice para que recoja una primera pieza de material de la pluralidad de piezas de material para reciclar y coloque la pieza de material recogida en un primer transportador del al menos un transportador. El entorno puede incluir al menos un transportador, y el primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un sensor, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice para recoger una primera pieza de material de la pluralidad de piezas de material para reciclar desde un primer transportador del al menos un transportador. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para que el primer apéndice deposite la primera pieza de material de la pluralidad de piezas de material para reciclar en una ubicación definida. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para que el primer apéndice deposite la primera pieza de material de la pluralidad de piezas de material para reciclar en un segundo transportador del al menos un transportador, el segundo transportador que es un transportador diferente del primer transportador y desconectado del mismo. Generar un primer plan de movimiento puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice, primero para recuperar la primera pieza de material de la pluralidad de piezas de material para reciclar desde un primer transportador y segundo para depositar la primera pieza de material en el segundo transportador. Generar un primer plan de movimiento puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para que el primer apéndice recupere primero la primera pieza de material de la pluralidad de piezas de material para reciclar del primer transportador, primero hacer coincidir una primera velocidad del primer transportador, y segundo depositar la primera pieza de material sobre el segundo transportador, haciendo coincidir una segunda velocidad del segundo transportador, la segunda velocidad que es diferente de la primera velocidad. El primer robot puede incluir un segundo apéndice con al menos una articulación, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto a al menos una pieza de material de la pluralidad de piezas de material para reciclar. El segundo apéndice puede transportar al menos un sensor, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto a al menos una pieza de material de la pluralidad de piezas de material para reciclar o un transportador. El al menos un sensor transportado por el segundo apéndice puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, uno o más sensores magnéticos o de metales ferrosos y, o, uno o más sensores de proximidad, y recibir información que representa un entorno que incluye una pluralidad de piezas de materiales para reciclar puede incluir recibir la información a través de uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más

sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento sensores, uno o más magnéticos o sensores de metales ferrosos y/o uno o más sensores de proximidad. El segundo apéndice puede transportar al menos un efector final, y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto a al menos una pieza de material de la pluralidad de piezas de material para reciclar. El segundo apéndice puede transportar al menos un efector final, y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto a al menos un transportador o contenedor o palé. El al menos un efector final puede incluir una pinza, un gancho o una garra, y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice a al menos una pieza de material de la pluralidad de piezas de material para reciclar. El al menos un efector final puede incluir una pinza, un gancho o una garra, y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto a un transportador. Generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice entre una primera pose y una segunda pose, la primera pose que coloca y orienta el segundo apéndice para recuperar una pieza de material de una primera área y la segunda pose que coloca y orienta el segundo apéndice para colocar la pieza recuperada de material en una segunda área, la segunda área separada de la primera área. Generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice entre una primera pose y una segunda pose, la primera pose que coloca y orienta el segundo apéndice para recuperar una pieza de material de una primera área y la segunda pose que coloca y orienta el segundo apéndice para colocar la pieza de material recuperada en un transportador. Generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice entre una primera pose y una segunda pose, la primera pose que coloca y orienta el segundo apéndice para recuperar una pieza de material de un transportador y la segunda pose que coloca y orienta el segundo apéndice para colocar la pieza de material recuperada en un área que no es un transportador. Generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice para el segundo apéndice entre una primera pose y una segunda pose, la primera pose que coloca y orienta el segundo apéndice para recuperar una pieza de material de un transportador y la segunda pose que coloca y orienta el segundo apéndice para colocar la pieza de material recuperada en un contenedor o en un palé. Generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice entre una primera pose y una segunda pose, la primera pose que coloca y orienta el segundo apéndice para recuperar una pieza de material de un contenedor o palé y la segunda pose que coloca y orienta el segundo apéndice para colocar la pieza de material recuperada en un transportador. Generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice entre una primera pose y una segunda pose, la primera pose que coloca y orienta el segundo apéndice para recuperar una pieza de material de un primer transportador y la segunda pose que coloca y orienta el segundo apéndice para colocar la pieza de material recuperada en un segundo transportador, el segundo transportador diferente del primer transportador. El método puede incluir además: generar al menos un tercer plan de movimiento para el primer robot que especifica una trayectoria para el segundo apéndice entre una tercera pose y una cuarta pose, la tercera pose que coloca y orienta el segundo apéndice para recuperar el artículo de un el primer contenedor o palé y la segunda pose que coloca y orienta el segundo apéndice para colocar la pieza de material recuperada en un segundo contenedor o sobre un segundo palé. El primer robot puede ser un robot autopropulsado, el método puede incluir además: generar al menos un cuarto plan de movimiento para el robot autopropulsado que especifica una trayectoria para el robot autopropulsado a través de al menos una parte del entorno; y hacer que el robot autopropulsado recorra la trayectoria definida por el cuarto plan de movimiento; posteriormente, hacer que el segundo apéndice se mueva a lo largo de la trayectoria definida por el tercer plan de movimiento. El método puede incluir además: hacer que el segundo apéndice se mueva según el segundo plan de movimiento. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot del al menos un robot puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento. El sistema robótico puede realizar las acciones de forma autónoma.

Un sistema robótico para manejar materiales para reciclar puede incluir: al menos un robot, que incluye un primer robot; al menos un sensor; al menos un procesador de planificación de movimiento; y al menos un medio legible por el procesador no transitorio que almacena al menos una de las instrucciones o datos ejecutables por el procesador que, cuando se ejecutan por el al menos un procesador de planificación de movimiento, hace que al menos un procesador de planificación de movimiento: reciba información que representa un entorno que incluye una pluralidad de piezas de materiales para reciclar; generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot del al menos un robot, el primer plan de movimiento que mueve al menos una parte del primer robot entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva con respecto a la pluralidad de piezas de materiales para reciclar; y hacer que al menos una parte del primer robot se mueva según el primer plan de movimiento.

Un método de funcionamiento en un sistema médico robótico, el sistema médico robótico que incluye al menos un robot y al menos un sensor, el método puede incluir: recibir información que representa un entorno que incluye tejido

corporal; generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot del al menos un robot, el primer plan de movimiento que mueve al menos una parte del primer robot entre al menos una respectiva primera pose y una respectiva segunda pose con respecto al tejido corporal; y hacer que al menos una parte del primer robot se mueva según el primer plan de movimiento.

- 5 El primer robot puede ser un robot autopropulsado y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el robot autopropulsado con respecto al tejido corporal. El al menos un sensor transportado por el robot autopropulsado puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más
- 10 sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, uno o más sensores magnéticos o de metales ferrosos y, o, uno o más sensores de proximidad montados en una parte del robot autopropulsado que no es un apéndice, y recibir información que representa el entorno que incluye el tejido corporal puede incluir recibir la información a través de una o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de
- 15 ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, uno o más sensores magnéticos o de metales ferrosos, y/o uno o más sensores de proximidad. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para al menos la parte del primer robot con respecto al
- 20 entorno que minimice un riesgo de colisión con objetos en el entorno. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para al menos la parte del primer robot con respecto al primer entorno que detiene la al menos la parte del primer robot si se detecta un objeto similar a un humano que no sea un paciente o sujeto en la trayectoria del robot autopropulsado. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan
- 25 de movimiento que especifica una trayectoria la para al menos la parte del primer robot que cambia la trayectoria de la al menos la parte del primer robot para evitar un objeto similar a un ser humano distinto de un paciente o sujeto que se detecta en la trayectoria de la al menos la parte del robot, sin detener un movimiento de la al menos la parte del primer robot. El primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un sensor, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un
- 30 primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice con respecto a al menos una pieza de tejido corporal. El al menos un apéndice puede transportar al menos uno de los al menos un sensor, y el al menos un sensor puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más
- 35 sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, uno o más sensores magnéticos o de metales ferrosos y, o, uno o más sensores de proximidad, y recibir información que representa un entorno que incluye tejido corporal puede incluir recibir la información a través de uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos,
- 40 uno o más sensores de fuerza sensores, uno o más sensores de movimiento, uno o más sensores magnéticos o de metales ferrosos y/o uno o más sensores de proximidad. El primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un instrumento médico, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice con respecto al tejido corporal. El primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una
- 45 articulación y que transporta al menos una herramienta quirúrgica, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice para colocar la herramienta quirúrgica con respecto al tejido corporal. El primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos una aguja de biopsia, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que
- 50 especifica una trayectoria para el primer apéndice para colocar la aguja de biopsia con respecto al tejido corporal. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice para colocar una herramienta quirúrgica que tiene al menos una parte flexible o deformable en una ubicación definida dentro del tejido corporal. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que
- 55 especifica una trayectoria para el primer apéndice para colocar una aguja de biopsia que tiene al menos una parte flexible en una ubicación definida dentro del tejido corporal y hacer que la aguja de biopsia para capture una muestra del tejido corporal en la ubicación definida. Generar un primer plan de movimiento puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice, primero para colocar una aguja de biopsia que tenga al menos una parte flexible en una ubicación definida dentro del tejido corporal, luego para hacer
- 60 que la aguja de biopsia capture una muestra del tejido corporal en la ubicación definida, y luego recupere la muestra capturada de tejido corporal de la ubicación definida. El primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un instrumento quirúrgico de corte, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice para colocar el al menos un instrumento de corte quirúrgico en una posición para
- 65 iniciar un corte en el tejido corporal, para luego cortar una parte del tejido corporal, y luego retirarse del tejido corporal.

El primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un instrumento quirúrgico de corte, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice para colocar el al menos un instrumento de corte quirúrgico en una posición para iniciar un corte en el tejido corporal teniendo en cuenta la profundidad de corte del instrumento de corte quirúrgico, y luego cortar una parte del tejido corporal. El primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un instrumento quirúrgico de corte sin contacto que emite un haz de energía, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice para colocar al menos un instrumento quirúrgico de corte en una posición definida con respecto al tejido corporal y que dirige el haz de energía. El primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un instrumento quirúrgico de corte, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice para colocar el al menos un instrumento quirúrgico de corte en una posición definida con respecto al tejido corporal teniendo en cuenta un movimiento de al menos un órgano. El primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un instrumento quirúrgico de corte, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir predecir un movimiento de al menos un órgano; y generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice para colocar al menos un instrumento quirúrgico de corte en una posición definida con respecto al tejido corporal teniendo en cuenta el movimiento previsto de al menos un órgano. Generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice para colocar al menos un instrumento quirúrgico de corte en una posición definida con respecto al tejido corporal teniendo en cuenta un movimiento de al menos uno de un corazón o un diafragma o pulmones. El primer apéndice puede transportar al menos un instrumento quirúrgico que responda a al menos una característica física del tejido corporal, y el método puede incluir además: detectar al menos una característica física del tejido corporal a través del al menos un instrumento quirúrgico, y recibir información que representa un entorno que incluye tejido corporal puede incluir recibir información que representa al menos una característica física del tejido corporal a través del al menos un instrumento quirúrgico transportado por el primer apéndice. Generar un primer plan de movimiento puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice, primero para colocar un primer instrumento con respecto al tejido corporal, la primera trayectoria incluye un número de rotaciones de al menos una parte del primer instrumento a medida que el primer instrumento pasa a través de al menos una parte del tejido corporal. El primer robot puede incluir un segundo apéndice con al menos una articulación, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto al tejido corporal. El segundo apéndice puede transportar al menos un sensor y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto al tejido corporal. El al menos un sensor transportado por el segundo apéndice puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, uno o más sensores magnéticos o de metales ferrosos y, o, uno o más sensores de proximidad, y recibir información que representa el entorno que incluye tejido corporal puede incluir recibir la información a través de una o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, uno o más sensores magnéticos o sensores de metales ferrosos, y, o, o uno o más sensores de proximidad. El primer robot puede incluir un segundo apéndice con al menos una articulación, y el segundo apéndice transporta al menos un efector final, y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto al tejido corporal. El primer robot puede incluir un segundo apéndice con al menos una articulación, y el segundo apéndice transporta al menos un instrumento quirúrgico, y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto al tejido corporal. El instrumento quirúrgico puede ser una aguja de biopsia y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice para colocar la aguja de biopsia en una ubicación definida dentro del tejido corporal. Recibir información que representa un entorno que incluye tejido corporal puede incluir recibir información que representa una característica física de una o más partes de tejido corporal, y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto al tejido corporal basándose, al menos en parte, en información que representa la característica física de una o más partes de tejido corporal. Recibir información que representa un entorno que incluye tejido corporal puede incluir recibir información que representa una característica física de una o más partes de tejido corporal, y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice entre una primera pose y una segunda pose basándose en la característica física de una o más partes de tejido corporal, la primera pose que coloca y orienta el

segundo apéndice para recuperar una pieza de material de una primera área y la segunda pose que coloca y orienta el segundo apéndice para colocar la pieza de material recuperada en una segunda área, la segunda área separada de la primera área. El primer robot es un robot autopropulsado, el método puede incluir además: generar al menos un plan de movimiento para el robot autopropulsado que especifica una trayectoria para el robot autopropulsado a través de al menos una parte del entorno; y hacer que el robot autopropulsado atraviese la trayectoria definida por el al menos un plan de movimiento generado. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot del al menos un robot puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento. El sistema médico robótico puede realizar las acciones de forma autónoma.

Un sistema médico robótico puede incluir: al menos un robot, que incluye un primer robot; al menos un sensor; al menos un procesador de planificación de movimiento; y al menos un medio legible por el procesador no transitorio que almacena al menos una de las instrucciones o datos ejecutables por el procesador que, cuando se ejecutan por el al menos un procesador de planificación de movimiento, hace que al menos un procesador de planificación de movimiento: reciba información que representa un entorno que incluye tejido corporal; generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot del al menos un robot, el primer plan de movimiento que mueve al menos una parte del primer robot entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva con respecto al tejido corporal; y hacer que al menos una parte del primer robot se mueva según el primer plan de movimiento.

Un método de funcionamiento en un sistema médico robótico, el sistema médico robótico incluye al menos un robot y al menos un sensor, el al menos un robot incluye al menos una fuente que puede funcionar para emitir al menos un haz de energía, el método puede incluir: recibir información del al menos un sensor, representar la información de un entorno que incluye tejido corporal; generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot del al menos un robot, el primer plan de movimiento define una trayectoria para el haz de energía emitido por la al menos una fuente; y hacer que el haz de energía interactúe con el tejido corporal a lo largo de la trayectoria definida.

El primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos un cabezal a través del cual se emite el haz de energía, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice con respecto al tejido corporal. El primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un instrumento quirúrgico de corte que emite el haz de energía, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice para colocar el al menos un instrumento de corte quirúrgico en una posición definida con respecto al tejido corporal y que dirige el haz de energía. El primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un instrumento quirúrgico de corte que emite el haz de energía, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice para colocar el al menos un instrumento de corte quirúrgico en una posición definida con respecto al tejido corporal teniendo en cuenta un movimiento de al menos un órgano. El primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un instrumento quirúrgico de corte que emite el haz de energía, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir predecir un movimiento de al menos un órgano; y generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice para colocar al menos un instrumento quirúrgico de corte en una posición definida con respecto al tejido corporal teniendo en cuenta el movimiento previsto de al menos un órgano. Generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice para colocar el al menos un instrumento de corte quirúrgico que emite el haz de energía en una posición definida con respecto al tejido corporal teniendo en cuenta un movimiento de al menos uno de un corazón, un diafragma o pulmones a lo largo del tiempo. El primer apéndice puede transportar al menos un instrumento quirúrgico que responda a al menos una característica física del tejido corporal, y el método puede incluir además: detectar al menos una característica física del tejido corporal a través del al menos un instrumento quirúrgico, y recibir información que representa un entorno que incluye tejido corporal puede incluir recibir información que representa al menos una característica física del tejido corporal a través del al menos un instrumento quirúrgico transportado por el primer apéndice. El primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un sensor, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice con respecto a al menos una pieza de tejido corporal. El al menos un apéndice puede transportar al menos uno de al menos un sensor, y el al menos un sensor puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, uno o más sensores magnéticos o de metales ferrosos y, o, uno o más sensores de proximidad, y recibir información que representa un entorno que incluye tejido corporal puede incluir recibir la información a través de uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza sensores, uno o más sensores de movimiento, uno o más sensores magnéticos o de metales ferrosos y/o uno o más sensores de proximidad. El primer robot puede incluir un segundo

apéndice con al menos una articulación, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto al tejido corporal. El segundo apéndice puede transportar al menos un sensor y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto al tejido corporal. El al menos un sensor transportado por el segundo apéndice puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonidos, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, uno o más sensores magnéticos o de metales ferrosos y/o uno o más sensores de proximidad, y que reciben información que representa el entorno que incluye el tejido corporal puede incluir recibir la información a través de uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, uno o más sensores magnéticos o de metales ferrosos, y/o uno o más sensores de proximidad. El segundo apéndice puede transportar al menos un efector final y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto al tejido corporal y que no colisiona con el primer apéndice. El segundo apéndice puede transportar al menos un instrumento quirúrgico, y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto al tejido corporal y que no colisiona con el primer apéndice. El segundo apéndice puede transportar al menos un objetivo, y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto al tejido corporal y que no colisione con el primer apéndice. El primer robot es un robot autopropulsado y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el robot autopropulsado con respecto al tejido corporal. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot del al menos un robot puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento. El sistema médico robótico puede realizar las acciones de forma autónoma.

Un sistema médico robótico puede incluir: al menos un robot, que incluye un primer robot que incluye al menos una fuente que puede funcionar para emitir al menos un haz de energía; al menos un sensor; al menos un procesador de planificación de movimiento; y al menos un medio legible por el procesador no transitorio que almacena al menos una de las instrucciones o datos ejecutables por el procesador que, cuando se ejecutan por el al menos un procesador de planificación de movimiento, hace que al menos un procesador de planificación de movimiento: reciba información que representa un entorno que incluye tejido corporal; generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot del al menos un robot, el primer plan de movimiento que define una trayectoria para el haz de energía emitido por al menos una fuente; y hacer que el haz de energía interactúe con el tejido corporal a lo largo de la trayectoria definida.

Un método de funcionamiento en un sistema dental robótico, el sistema dental robótico que incluye al menos un robot y al menos un sensor, el método puede incluir: recibir información que representa un entorno que incluye uno o más de: encías y un número de dientes en una boca; generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot del al menos un robot, el primer plan de movimiento que mueve al menos una parte del primer robot entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva con respecto al número de dientes; y hacer que al menos una parte del primer robot se mueva según el primer plan de movimiento.

El primer robot puede ser un robot autopropulsado, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el robot autopropulsado con respecto al número de dientes. El al menos un sensor puede ser transportado por el robot autopropulsado y puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, uno o más sensores magnéticos o de metales ferrosos, y, o, uno o más sensores de proximidad montados en una parte del robot autopropulsado que no es un apéndice, y recibir información que representa el entorno que incluye uno o más de: encías y un número de dientes puede incluir recibir la información a través de uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, uno o más sensores magnéticos o de metales ferrosos y/o uno o más sensores de proximidad. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para al menos la parte del primer robot con respecto al entorno que minimiza un riesgo de colisión con objetos en el entorno. El primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un sensor, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice con respecto a al menos una pieza de un número de dientes. El al menos un apéndice puede transportar al menos uno de los al menos un sensor, y el al menos un sensor puede incluir

uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, uno o más sensores magnéticos o de metales ferrosos y, o, uno o más sensores de proximidad, y recibir información que representa un entorno que incluye un número de dientes puede incluir recibir la información a través de uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, uno o más sensores magnéticos o de metales ferrosos y/o uno o más sensores de proximidad. El primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un instrumento dental, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice con respecto al número de dientes para ubicar el instrumento dental con respecto a al menos un diente. El primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un taladro dental, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice para colocar el taladro dental con respecto a al menos un diente. El primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un pulidor dental, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice para colocar el pulidor dental con respecto al número de dientes. El primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos una fuente de luz ultravioleta, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice para colocar la al menos una fuente de luz ultravioleta con respecto al número de dientes. El primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos una fuente de rayos X, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice para colocar la al menos una fuente de rayos X con respecto al número de dientes. El primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un sensor, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice para colocar al menos un sensor de imágenes con respecto al número de dientes. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice para colocar un instrumento dental que tiene al menos una parte flexible o deformable en una ubicación definida con respecto a al menos uno de los dientes. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice para colocar una aguja en una ubicación definida con respecto a al menos uno de los dientes. El primer apéndice puede transportar al menos un instrumento quirúrgico que responda a al menos una característica física del número de dientes, y el método puede incluir además: detectar al menos una característica física del número de dientes a través del al menos un instrumento quirúrgico instrumento, y recibir información que representa un entorno que incluye el número de dientes puede incluir recibir información que representa al menos una característica física del número de dientes a través del al menos un instrumento quirúrgico transportado por el primer apéndice. El primer robot puede incluir un segundo apéndice con al menos una articulación, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto al número de dientes. El segundo apéndice puede transportar al menos un sensor y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto al número de dientes. El al menos un sensor transportado por el segundo apéndice puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, uno o más sensores magnéticos o de metales ferrosos y, o, uno o más sensores de proximidad, y recibir información que representa el entorno que incluye el número de dientes puede incluir recibir la información a través de uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, uno o más sensores magnéticos o sensores de metales ferrosos, y, o, uno o más sensores de proximidad. El primer robot puede incluir un segundo apéndice con al menos una articulación, el segundo apéndice que transporta al menos un efector final y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto al número de dientes. El primer robot puede incluir un segundo apéndice con al menos una articulación, el segundo apéndice que transporta al menos un instrumento dental y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto al número de dientes. El instrumento dental puede ser al menos un taladro dental, una aguja, un pulidor dental, una fuente ultravioleta o una fuente de rayos X, y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para que el segundo apéndice coloque el instrumento dental en una ubicación definida con respecto a al menos uno de los dientes. Recibir información que representa un entorno

que incluye un número de dientes puede incluir recibir información que representa una característica física de una o más partes de al menos uno de los dientes, y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto al número de dientes basándose, al menos en parte, en información que representa la característica física de una o más partes de al menos uno de los dientes. Recibir información que representa un entorno que incluye un número de dientes puede incluir recibir información que representa una característica física de una o más partes de un número de dientes, y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice entre una primera pose y una segunda pose basándose en la característica física de una o más partes de un número de dientes, la primera pose que coloca y orienta el segundo apéndice para realizar trabajo en uno de los dientes de cada una de al menos dos poses diferentes. El primer robot puede ser un robot autopropulsado, el método puede incluir además: generar al menos un plan de movimiento para el robot autopropulsado que especifica una trayectoria para el robot autopropulsado a través de al menos una parte del entorno; y hacer que el robot autopropulsado atraviese la trayectoria definida por el al menos un plan de movimiento generado. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot del al menos un robot puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento. El sistema dental robótico puede realizar las acciones de forma autónoma.

Un sistema dental robótico puede incluir: al menos un robot, que incluye un primer robot; al menos un sensor; al menos un procesador de planificación de movimiento; y al menos un medio legible por el procesador no transitorio que almacena al menos una de las instrucciones o datos ejecutables por el procesador que, cuando se ejecutan por el al menos un procesador de planificación de movimiento, hace que al menos un procesador de planificación de movimiento: reciba información que representa un entorno que incluye uno o más de: encías y un número de dientes; generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot del al menos un robot, el primer plan de movimiento que mueve al menos una parte del primer robot entre al menos una respectiva primera pose y una respectiva segunda pose con respecto al número de dientes; y hacer que al menos una parte del primer robot se mueva según el primer plan de movimiento.

Un método de funcionamiento en un sistema de dron que incluye al menos un dron y al menos un sensor, el método puede incluir: recibir información que representa un entorno en el que funciona al menos un dron; generar al menos un primer plan de movimiento para un primer dron de al menos un dron, el primer plan de movimiento que mueve al menos una parte del primer dron entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva con respecto al entorno; y hacer que al menos el primer dron se mueva según el primer plan de movimiento.

El primer dron puede ser al menos uno de entre un dron volador autopropulsado, un dron terrestre autopropulsado, un dron acuático autopropulsado, un dron submarino autopropulsado o un dron anfibio autopropulsado, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer dron puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer dron con respecto al entorno. El al menos un sensor puede ser transportado por el primer dron y puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, uno o más sensores magnéticos o de metales ferrosos y, o, uno o más sensores de proximidad montados en una parte que no sea un apéndice del primer dron, y recibir información que represente el entorno puede incluir recibir la información a través de uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, uno o más sensores magnéticos o de metales ferrosos, y/o uno o más sensores de proximidad. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer dron puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para al menos la parte del primer dron con respecto al entorno que minimice un riesgo de colisión con objetos en el entorno. El primer dron puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un sensor, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer dron puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice con respecto al entorno en el que funciona el primer dron. El al menos un apéndice puede transportar al menos uno de al menos un sensor, y el al menos un sensor puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, uno o más sensores magnéticos o de metales ferrosos y, o, uno o más sensores de proximidad, y recibir información que representa un entorno puede incluir recibir la información a través de uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos sensores, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, uno o más sensores magnéticos o de metal ferroso, y, o, uno o más sensores de proximidad. El primer dron puede incluir un primer agarre que puede funcionar selectivamente para retener de forma liberable un artículo transportado por el primer dron, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer dron puede incluir generar al menos un

primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer dron con respecto al entorno a una pose en la que el primer agarre se controla selectivamente para soltar el objeto transportado por el primer dron. El primer dron puede incluir un primer agarre que transporta al menos un artículo con un paracaídas asociado, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer dron puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que

5 especifica una trayectoria para el primer dron con respecto al entorno a una pose en la que el primer agarre se controla selectivamente para soltar el artículo transportado por el primer dron con el paracaídas asociado. El primer dron puede incluir un primer cabrestante con un cable, el primer cabrestante que puede funcionar retrae y desenrolla selectivamente el cable, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer dron puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer dron con respecto al entorno a

10 una pose en la que el primer cabrestante se controla selectivamente para desenrollar el cable. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer dron puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que se adapte a al menos una característica física de una carga útil transportada por el primer dron. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer dron puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que se adapte a una fuerza externa experimentada por el primer dron cuando el primer dron atraviesa al menos una parte del entorno. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer dron puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que se adapte a la velocidad del viento, la velocidad de las olas, la velocidad de la corriente o la velocidad de las mareas que experimentará el primer dron cuando el primer dron atraviere al menos una parte del entorno. El primer dron puede transportar al menos un sensor que responda a al menos una característica física del entorno, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer dron puede incluir generar al menos un

20 primer plan de movimiento que mueve el primer dron con respecto a un artículo a inspeccionar, para detectar información de una pluralidad de poses sucesivas con respecto al artículo a inspeccionar. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer dron puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que se adapte a uno o más obstáculos en el entorno. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer dron puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que se adapte a una o más algas marinas, corales, rocas o vehículos. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer dron puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una primera trayectoria que mueve el primer dron desde una primera ubicación a una primera ubicación de destino y un segundo plan de movimiento que especifica una segunda trayectoria sobre la primera ubicación de destino. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer dron puede incluir además generar al menos un tercer plan de movimiento que especifica una tercera trayectoria que mueve el

25 primer dron desde un primer destino a una segunda ubicación de destino. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer dron puede incluir además generar al menos un cuarto plan de movimiento que especifica una cuarta trayectoria que mueve el primer dron desde la segunda ubicación de destino hasta la primera ubicación. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer dron puede incluir además generar al menos un tercer plan de movimiento que especifica una tercera trayectoria que mueve el primer dron desde la primera ubicación de destino hasta la primera ubicación. El primer dron puede ser un vehículo autónomo autopropulsado, el método puede incluir además generar al menos un plan de movimiento para el vehículo autónomo autopropulsado que especifica una trayectoria para el vehículo autónomo autopropulsado a través de al menos una parte del entorno; y hacer que el vehículo autónomo autopropulsado atraviere la trayectoria definida por el al menos un plan de movimiento generado. El primer dron puede ser un vehículo acuático y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer dron puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que atraque al dron acuático en una posición deseada en un muelle. El primer dron puede ser un vehículo aéreo y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer dron puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que atraque el vehículo aéreo en una posición deseada en un muelle. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer dron del al menos un dron puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al

30 menos un plan de movimiento. El sistema de drones podrá realizar las acciones de forma autónoma.

Un sistema de drones puede incluir: al menos un dron; al menos un sensor; al menos un procesador de planificación de movimiento; y al menos un medio legible por el procesador no transitorio que almacena al menos una de las instrucciones o datos ejecutables por el procesador que, cuando se ejecutan por el al menos un procesador de planificación de movimiento, hace que al menos un procesador de planificación de movimiento: reciba información que

50 representa un entorno en el que funciona el al menos un dron; genere al menos un primer plan de movimiento para un primer dron del al menos un robot, el primer plan de movimiento que mueve al menos una parte del primer dron entre al menos una respectiva primera pose y una respectiva segunda pose con respecto al entorno; y haga que al menos una parte del primer dron se mueva según el primer plan de movimiento.

Un método de funcionamiento en un sistema robótico, el sistema robótico que incluye al menos un procesador de planificación de movimiento y al menos un robot, el al menos un robot tiene al menos un apéndice, el al menos un apéndice tiene al menos una articulación y al menos un efector final, el método puede incluir: recibir información que representa una posición y orientación respectivas de cada una de una pluralidad de piezas similares de material de construcción de un primer tipo, las piezas similares de material de construcción del primer tipo accesibles por el al menos un extremo efector; determinar una primera de las piezas similares de material de construcción del primer tipo para recuperar; procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice del al menos un robot que mueve el al menos un apéndice de una primera pose a una segunda pose sin colisiones, la primera pose que es una posición y una orientación en la que la primera determinada de piezas similares de material de construcción del primer tipo es agarrable/acoplable por el al menos un efector final y la segunda pose que es una posición y orientación en la

60

que el al menos un efector final coloca la primera de las piezas similares de material de construcción del primer tipo en acoplamiento físico con al menos otra pieza de material de construcción; y hacer que el al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice desde la primera pose a la segunda pose sin colisiones.

- 5 El método puede incluir además: recibir información que representa una posición y orientación respectivas de cada una de una pluralidad de piezas similares de material de construcción de un segundo tipo, las piezas similares de material de construcción del segundo tipo que son similares entre sí y diferentes de las piezas similares de material de construcción del primer tipo, las piezas similares de material de construcción del segundo tipo accesibles por el al menos un efector final; determinar una primera de las piezas similares de material de construcción del segundo tipo para recuperar; procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento, para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice del al menos un robot que mueve el al menos un apéndice de una tercera pose a una cuarta pose sin colisiones, la tercera pose que es una posición y orientación en la que la primera determinada de las piezas similares de material de construcción del segundo tipo es agarrable/acoplable por el al menos un efector final y la cuarta pose que es una posición y orientación en la que el al menos un efector final coloca la primera de las piezas similares de material de construcción del segundo tipo en acoplamiento físico con al menos otra pieza de material de construcción; y hacer que el al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice desde la tercera pose a la cuarta pose sin colisiones. El método puede incluir además: después de hacer que el al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice de la primera pose a la segunda pose sin colisiones, hacer que el al menos un robot asegure la primera determinada de las piezas similares de material de construcción del primer tipo con al menos otra pieza de material de construcción. Las piezas de material de construcción del primer tipo pueden ser ladrillos, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento, para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento, para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice que coloca el al menos un apéndice para recuperar ladrillos de un suministro de ladrillos y que coloca el al menos un apéndice para depositar los ladrillos recuperados como una pared. Las piezas de material de construcción del primer tipo pueden ser piezas de madera dimensional, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento, para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento, para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice que coloca al menos un apéndice para recuperar las piezas de madera dimensional de un suministro de madera dimensional y que coloca el al menos un apéndice para depositar las piezas recuperadas de madera dimensional como al menos uno de una pared, un suelo o un techo. Las piezas de material de construcción del primer tipo pueden ser postes metálicos o armaduras metálicas, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento, para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento, para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice que coloca al menos un apéndice para recuperar postes metálicos o armaduras metálicas de un suministro de postes metálicos o armaduras metálicas y que coloca al menos un apéndice para depositar los postes metálicos o las armaduras metálicas recuperadas como una pared. Las piezas de material de construcción del primer tipo pueden ser partes de un mueble, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento, para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento, para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice que coloca el al menos un apéndice para recuperar partes de un mueble de un suministro de partes de un mueble y que coloca el al menos un apéndice para depositar las partes recuperadas de un mueble como un mueble. El método puede incluir además recibir información que representa una posición y orientación respectivas de cada una de las piezas similares de material de construcción del primer tipo. Recibir información que representa una posición y orientación respectivas de cada una de una pluralidad de piezas similares de material de construcción puede incluir recibir una o más imágenes de al menos un subconjunto de todas las piezas similares de material de construcción del primer tipo en al menos una parte de un conjunto de piezas similares de material de construcción del primer tipo, y el método puede incluir además: realizar el reconocimiento de imágenes en al menos algunas de las imágenes capturadas para identificar las piezas individuales de material de construcción similares del primer tipo y una posición y orientación de las piezas individuales de material de construcción similares del primer tipo en el conjunto de piezas de material de construcción del primer tipo. Un primer apéndice del al menos un apéndice puede transportar al menos un sensor, y el método puede incluir además capturar información que representa una posición y orientación respectivas de cada una de la pluralidad de piezas similares de material de construcción del primer tipo en un primer volumen contenedor de piezas por el al menos un sensor transportado por el primer apéndice, y generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento basándose, al menos en parte, en la información capturada. Generar un primer plan de movimiento basado al menos en parte en la información capturada puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que el primer apéndice se mueve desde una primera pose respectiva a una segunda pose respectiva, la segunda pose respectiva que coloca el al menos un sensor transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno. Un segundo apéndice del al menos un apéndice puede transportar al menos un efector final y el método puede incluir además: generar un segundo plan de movimiento basado al menos en parte en la información capturada, el segundo plan de movimiento en el que el

segundo apéndice se mueve desde una primera pose respectiva a una segunda pose respectiva, la segunda pose respectiva que coloca el efector final del segundo apéndice para acoplar operativamente un objeto dentro de la parte del entorno que es detectada por el al menos un sensor. Un primer apéndice del al menos un apéndice puede transportar al menos un sensor de imagen, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca el al menos un sensor de imagen transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para acoplar operativamente un objeto dentro de la parte del entorno que es detectada por al menos un sensor de imagen. Un primer apéndice del al menos un apéndice puede transportar al menos un sensor de contacto, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca el al menos un sensor de contacto transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para acoplar operativamente un objeto dentro de la parte del entorno que es detectada por el al menos un sensor de contacto. Un primer apéndice del al menos un apéndice puede transportar al menos un sensor capacitivo, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un primer plan de movimiento en el que una segunda pose respectiva del primer apéndice coloca el al menos un sensor capacitivo transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno. Un primer apéndice del al menos un apéndice puede transportar al menos un sensor de fuerza, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un primer plan de movimiento en el que una segunda pose respectiva del primer apéndice coloca el al menos un sensor de fuerza transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno. Un primer apéndice del al menos un apéndice puede transportar al menos un sensor de proximidad, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un primer plan de movimiento en el que una segunda pose respectiva del primer apéndice coloca el al menos un sensor de proximidad transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno. El sistema robótico puede incluir al menos un primer apéndice y un segundo apéndice, y la planificación del movimiento puede incluir determinar planes de movimiento para cada uno de los apéndices primero y segundo para pasar la primera determinada de las piezas similares de material de construcción del primer tipo entre el primer y el segundo apéndices. El sistema robótico puede realizar las acciones de forma autónoma.

Un sistema robótico puede incluir: al menos un apéndice robótico, el al menos un apéndice que tiene al menos una articulación y al menos un efector final; al menos un procesador de planificación de movimiento; y al menos un medio legible por el procesador no transitorio que almacena al menos una de las instrucciones o datos ejecutables por el procesador que, cuando se ejecutan por el al menos un procesador de planificación de movimiento, hace que al menos un procesador de planificación de movimiento: reciba información capturada que representa una respectiva posición y orientación de cada una de una pluralidad de piezas similares de material de construcción de un primer tipo, las piezas similares de material de construcción del primer tipo accesibles por el al menos un efector final; determine una primera de las piezas similares de material de construcción del primer tipo para recuperar; procese por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice del al menos un robot que mueve el al menos un apéndice de una primera pose a una segunda pose sin colisiones, la primera pose que es una posición y una orientación en la que la primera determinada de piezas similares de material de construcción del primer tipo es agarrable/acoplable por el al menos un efector final y la segunda pose que es una posición y orientación en la que el al menos un efector final coloca la primera de las piezas similares de material de construcción del primer tipo en acoplamiento físico con al menos otra pieza de material de construcción; y haga que el al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice desde la primera pose a la segunda pose sin colisiones.

Un método de funcionamiento en un sistema robótico, el sistema robótico que incluye al menos un procesador de planificación de movimiento y al menos un robot, el al menos un robot que tiene al menos un apéndice, el al menos un apéndice que tiene al menos una articulación y al menos un efector final, el al menos un efector final que incluye al menos uno de un cepillo o una boquilla, el método puede incluir: recibir información que representa una posición y orientación respectiva del efector final con respecto a una estructura; determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice del al menos un robot que mueve el al menos un apéndice de una primera pose a una segunda pose sin colisiones, en la segunda pose el primer efector final en una posición y una orientación para depositar un material sobre al menos una parte de la estructura; y hacer que el al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento

determinados moviendo el al menos un apéndice desde la primera pose a la segunda pose sin colisiones.

El método puede incluir además: después de hacer que el al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice de la primera pose a la segunda pose sin colisiones, hacer que el al menos un robot deposite el material sobre al menos una parte de la estructura. El material puede ser pintura, y el método puede incluir además: después de hacer que el al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo al menos un apéndice de la primera pose a la segunda pose sin colisiones, hacer que el al menos un robot deposite la pintura sobre al menos una parte de la estructura. El material puede ser estuco y la estructura incluye un listón, y el método puede incluir además: después de hacer que el al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice de la primera pose a la segunda pose sin colisiones, hacer que el al menos un robot deposite el estuco sobre al menos una parte del listón. El material puede ser un aislamiento térmico, y el método puede incluir además: después de hacer que el al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice de la primera pose a la segunda pose sin colisiones, hacer que el al menos un robot deposite el aislamiento térmico sobre al menos una parte de la estructura. El material puede ser un sellador, y el método puede incluir además: después de hacer que el al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice de la primera pose a la segunda pose sin colisiones, hacer que el al menos un robot deposite el sellador sobre al menos una parte de la estructura. Recibir información que representa una posición y orientación respectivas del efector final con respecto a una estructura puede incluir recibir información que representa la posición y orientación de un primer efector final con respecto a una pared. Recibir información que representa la posición y orientación de un primer efector final con respecto a una pared puede incluir recibir una o más imágenes de al menos una parte de la pared, y el método puede incluir además: realizar el reconocimiento de imágenes en al menos algunas de las imágenes capturadas para identificar una posición y una orientación del primer efector final con respecto a la pared. Determinar un primer plan de movimiento puede incluir determinar al menos un plan de movimiento que incluye generar al menos un plan de movimiento basado al menos en parte en la información recibida que representa una posición y orientación respectivas del efector final con respecto a una estructura. Generar un primer plan de movimiento basado al menos en parte en la información capturada puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que el primer apéndice se mueve desde una primera pose respectiva a una segunda pose respectiva, la segunda pose respectiva que coloca el al menos un sensor transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno. Un segundo apéndice del al menos un apéndice puede transportar al menos un efector final y el método puede incluir además: generar un segundo plan de movimiento basado al menos en parte en la información capturada, el segundo plan de movimiento en el que el segundo apéndice se mueve desde una primera pose respectiva a una segunda pose respectiva, la segunda pose respectiva que coloca el efector final del segundo apéndice para acoplar operativamente un objeto dentro de la parte del entorno que es detectada por el al menos un sensor. Un primer apéndice del al menos un apéndice puede transportar al menos un sensor de imagen, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca el al menos un sensor de imagen transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para acoplar operativamente un objeto dentro de la parte del entorno que es detectada por al menos un sensor de imagen. Un primer apéndice del al menos un apéndice puede transportar al menos un sensor de contacto, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca el al menos un sensor de contacto transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para acoplar operativamente un objeto dentro de la parte del entorno que es detectada por el al menos un sensor de contacto. Un primer apéndice del al menos un apéndice puede transportar al menos un sensor capacitivo, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un primer plan de movimiento en el que una segunda pose respectiva del primer apéndice coloca el al menos un sensor capacitivo transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno. Un primer apéndice del al menos un apéndice puede transportar al menos un sensor de fuerza, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un primer plan de movimiento en el que una segunda pose respectiva del primer apéndice coloca el al menos un sensor de fuerza transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno. Un primer apéndice del al menos un apéndice puede transportar al menos un sensor de proximidad, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un primer plan de movimiento en el que una segunda pose

respectiva del primer apéndice coloca el al menos un sensor de proximidad transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno. El sistema robótico puede incluir al menos un primer apéndice y un segundo apéndice, y la planificación del movimiento puede incluir determinar planes de movimiento para cada uno de los apéndices primero y segundo para pasar la primera determinada de las piezas similares de material de construcción del primer tipo entre el primer y el segundo apéndices. El sistema robótico puede realizar las acciones de forma autónoma.

Un sistema robótico puede incluir: al menos un robot, el al menos un robot que tiene al menos un apéndice, el al menos un apéndice que tiene al menos una articulación y al menos un efector final, el al menos un efector final que incluye al menos uno de un cepillo o una boquilla; al menos un procesador de planificación de movimiento; y al menos un medio legible por el procesador no transitorio que almacena al menos una de las instrucciones o datos ejecutables por el procesador que, cuando se ejecutan por el al menos un procesador de planificación de movimiento, hace que al menos un procesador de planificación de movimiento: reciba información que representa una posición y orientación respectivas del efector final con respecto a una estructura; determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice del al menos un robot que mueve el al menos un apéndice de una primera pose a una segunda pose sin colisiones, en la segunda pose el primer efector final en una posición y una orientación para depositar un material sobre al menos una parte de la estructura; y haga que el al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice desde la primera pose a la tercera pose sin colisiones.

Un método de funcionamiento en un sistema robótico para realizar una inspección de línea, el sistema robótico que incluye al menos un robot que transporta al menos un sensor, el método puede incluir: generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot del al menos un robot, el primer plan de movimiento que mueve al menos una parte del primer robot entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva con respecto a una primera línea a inspeccionar para detectar al menos una característica física de la línea; hacer que al menos una parte del primer robot se mueva según el primer plan de movimiento; y capturar sucesivamente información que representa al menos una característica física de la primera línea en al menos una de la primera pose, la segunda pose o una pose intermedia entre la primera y la segunda pose.

El primer robot puede ser un robot autopropulsado, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el robot autopropulsado con respecto a una trayectoria a lo largo del cual se extiende la primera línea. El al menos un sensor transportado por el robot autopropulsado puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad montados en una parte del robot autopropulsado que no es un apéndice, y capturar sucesivamente información que representa al menos una característica física de la primera línea puede incluir capturar información a través de uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de proximidad. El método puede incluir además: capturar sucesivamente información que representa una ubicación del primer robot a medida que el primer robot se mueve a lo largo de la trayectoria a lo largo de la cual se extiende la primera línea. El método puede incluir además: capturar sucesivamente información que represente al menos una característica física de la primera línea y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el robot autopropulsado con respecto a la trayectoria a lo largo de la cual se extiende la primera línea si se detecta un objeto similar a un humano en la trayectoria del robot autopropulsado. El método puede incluir además: capturar sucesivamente información que represente al menos una característica física de la primera línea y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el robot autopropulsado con respecto a la trayectoria por la que se extiende la primera línea que cambia la trayectoria del robot autopropulsado para evitar un objeto de aspecto humano que se detecta en la trayectoria del robot autopropulsado, sin detener un movimiento del robot autopropulsado. El primer robot puede incluir un primer apéndice con al menos una articulación y que transporta al menos un sensor, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer apéndice con respecto a la primera línea. El al menos un apéndice puede transportar al menos uno de los al menos un sensor, y el al menos un sensor puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad, y capturar sucesivamente información que representa al menos una característica física de la primera línea puede incluir capturar la información a través de uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad. El primer robot puede incluir un segundo apéndice con al menos una articulación, y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria

para el segundo apéndice con respecto a la primera línea. El segundo apéndice puede transportar al menos un sensor y generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto a una segunda línea. El al menos un sensor transportado por el segundo apéndice puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad, y capturar información sucesivamente que representa al menos una característica física de la primera línea puede incluir capturar la información a través de una o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad. El segundo apéndice puede transportar al menos un efector final y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto a la primera línea. El segundo apéndice puede transportar al menos un efector final y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto a una segunda línea. El al menos un efector final puede incluir una pinza, un gancho o una garra, y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice con respecto a la primera línea. El al menos un efector final puede incluir una pinza, un gancho o una garra, y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice entre una primera pose y una segunda pose, la primera pose que coloca y orienta el segundo apéndice para acoplar la línea eléctrica. La primera línea puede ser una línea de gas, y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice entre una primera pose y una segunda pose, la primera pose que coloca y orienta el segundo apéndice para acoplar operativamente la línea de gas. La primera línea puede ser una línea de agua, y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice entre una primera pose y una segunda pose, la primera pose que coloca y orienta el segundo apéndice para acoplar operativamente la línea de agua. La primera línea puede ser una línea de comunicaciones, y generar al menos un segundo plan de movimiento para un primer robot puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento que especifica una trayectoria para el segundo apéndice entre una primera pose y una segunda pose, la primera pose que coloca y orienta el segundo apéndice para acoplarse operativamente a la línea de comunicaciones. El método puede incluir además: generar al menos un tercer plan de movimiento para el primer robot que especifica una trayectoria para el segundo apéndice entre una tercera pose y una cuarta pose, la cuarta pose que coloca y orienta el segundo apéndice para recuperar el artículo del primer apéndice. El primer robot puede ser un robot autopropulsado, el método puede incluir además: generar al menos un cuarto plan de movimiento para el robot autopropulsado que especifica una trayectoria para el robot autopropulsado entre la primera línea y la segunda línea; hacer que el robot autopropulsado atraviese la trayectoria definida por el cuarto plan de movimiento; y posteriormente, hacer que el segundo apéndice se mueva a lo largo de la trayectoria definida por el tercer plan de movimiento. El método puede incluir además: hacer que el segundo apéndice se mueva según el segundo plan de movimiento. Generar al menos un primer plan de movimiento para un primer robot del al menos un robot puede incluir procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento. El sistema robótico puede realizar las acciones de forma autónoma.

Un sistema robótico para realizar una inspección en línea puede incluir: al menos un robot, que incluye un primer robot; al menos un sensor, el al menos un sensor transportado por ese al menos un robot; al menos un procesador de planificación de movimiento; y al menos un medio legible por el procesador no transitorio que almacena al menos una de las instrucciones o datos ejecutables por el procesador que, cuando se ejecutan por el al menos un procesador de planificación de movimiento, hace que al menos un procesador de planificación de movimiento: genere al menos un primer plan de movimiento para un primer robot del al menos un robot, el primer plan de movimiento que mueve al menos una parte del primer robot entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva con respecto a una primera línea a inspeccionar para detectar al menos una característica física de la línea; haga que el primer robot se mueva según el primer plan de movimiento; y capture sucesivamente información que representa al menos una característica física de la primera línea en al menos una de la primera pose, la segunda pose o una pose intermedia entre la primera y la segunda pose.

Un método de funcionamiento en un sistema robótico para recoger fruta, el sistema robótico que incluye al menos un primer apéndice, el primer apéndice móvil dentro de un primer volumen operativo, el primer apéndice transporta un efector final respectivo, el método puede incluir: generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice que mueve el primer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones, la primera pose que ubica una parte del primer apéndice con respecto a una rama que transporta uno o más piezas de fruta y la segunda pose que ubica el efector final transportado

por el primer apéndice para acoplar físicamente una de las piezas de fruta para mover la pieza de fruta de la rama; y hacer que el primer apéndice se mueva según el primer plan de movimiento.

El efector final respectivo transportado por el primer apéndice puede ser una pinza y la segunda pose coloca y orienta la pinza para sujetar la pieza de fruta. El efector final respectivo transportado por el primer apéndice puede ser una cuchilla y la segunda pose coloca y orienta la pinza para cortar una parte de la pieza de fruta que une la pieza de fruta a la rama. El efector final respectivo transportado por el primer apéndice puede ser una cuchilla y la segunda pose coloca y orienta la cuchilla para cortar una parte de la rama que transporta la pieza de fruta. El efector final respectivo transportado por el primer apéndice puede ser una tijera de podar y la segunda pose coloca y orienta la tijera de podar para cortar una parte de la fruta que une la pieza de fruta a la rama o una parte de la rama que transporta la pieza de fruta. El efector final respectivo transportado por el primer apéndice puede ser una pinza y la segunda pose coloca y orienta la pinza para agarrar la rama que transporta la fruta y hacer oscilar la rama agarrada que transporta la fruta. El primer apéndice puede transportar además al menos un sensor, y el método puede incluir además: recibir información a través del al menos un sensor. El primer apéndice puede transportar además al menos un sensor, y el método puede incluir además: recibir información a través del al menos un sensor, en el que generar al menos un primer plan de movimiento puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento basado al menos en parte en la información recibida a través del al menos un sensor transportado por el primer apéndice. El primer apéndice puede transportar además al menos un sensor de imagen, y el método puede incluir además: recibir información de la imagen a través del al menos un sensor de imagen cuando el primer apéndice está en la respectiva primera pose, en la que generar al menos un primer plan de movimiento puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento donde la segunda pose se basa al menos en parte en la información de la imagen recibida a través del al menos un sensor de imagen transportado por el primer apéndice en la primera pose. Generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer movimiento en el que, al menos en una posición de al menos el primer apéndice, la pieza de fruta se puede transferir a un contenedor de recogida. El sistema robótico puede incluir al menos un segundo apéndice, el segundo apéndice puede moverse dentro de un segundo volumen operativo, al menos una parte del segundo volumen operativo se superpone con al menos una parte del primer volumen operativo de manera que el primer y segundo apéndice sean capaces de colisionar físicamente entre sí, el método puede incluir además: generar al menos un segundo plan de movimiento para el segundo apéndice que mueve el segundo apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del segundo volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices; y hacer que el segundo apéndice se mueva según el segundo plan de movimiento. El segundo apéndice puede transportar un contenedor de recogida, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose respectiva del segundo apéndice es una pose en la que el contenedor de recogida está colocado y orientado para recibir la pieza de fruta acoplada físicamente por el efector final transportado por el primer apéndice. El segundo apéndice puede transportar un contenedor de recogida, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose respectiva del segundo apéndice es una pose en la que el contenedor de recogida está colocado y orientado relativamente por debajo de la pieza de fruta acoplada físicamente por el efector final transportado por el primer apéndice, con una abertura del recipiente de recogida mirando hacia arriba para recibir la pieza de fruta cuando la pieza de fruta cae bajo la influencia de la gravedad. El segundo apéndice puede transportar además al menos un sensor, y el método puede incluir además: recibir información a través del al menos un sensor transportado por el segundo apéndice cuando el segundo apéndice está en la primera pose respectiva, en la que generar al menos un segundo plan de movimiento puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento donde la segunda pose se basa al menos en parte en la información recibida a través del al menos un sensor transportado por el segundo apéndice en la segunda pose. El segundo apéndice puede transportar además al menos un sensor de imagen, y el método puede incluir además: recibir información de la imagen a través del al menos un sensor de imagen transportado por el segundo apéndice cuando el segundo apéndice está en la primera pose respectiva, en la que generar al menos un segundo plan de movimiento puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento donde la segunda pose se basa al menos en parte en la información de la imagen recibida a través del al menos un sensor de imagen transportado por el segundo apéndice en la segunda pose. El segundo apéndice puede transportar además al menos un sensor, y el método puede incluir además: recibir información de la imagen a través del al menos un sensor de imagen transportado por el segundo apéndice cuando el segundo apéndice está en la primera pose respectiva, donde generar al menos un segundo plan de movimiento puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento donde la segunda pose se basa al menos en parte en la información de la imagen recibida a través del al menos un sensor de imagen transportado por el segundo apéndice en la segunda pose. El segundo apéndice puede transportar al menos un sensor de imagen, y el método puede incluir además: recibir información de la imagen a través del al menos un sensor de imagen transportado por el segundo apéndice cuando el segundo apéndice está en la respectiva primera pose, en la que generar al menos un segundo plan de movimiento puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento donde la segunda pose se basa al menos en parte en la información de la imagen recibida a través del al menos un sensor de imagen transportado por el segundo apéndice en la segunda pose. El segundo apéndice puede transportar un efector final respectivo, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose de al menos uno de los segundos apéndices es una pose en la que la pieza de fruta se puede transferir a un contenedor de recogida desde efector final respectivo o transportado por uno de los primer y segundo apéndices. El segundo apéndice puede transportar un efector final respectivo, y generar un primer plan de movimiento y un segundo plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento y un segundo plan de movimiento en los que la segunda pose de al menos uno del primer apéndice o el segundo apéndice es una pose en la que la pieza de fruta es transferible desde el efector final respectivo transportado por uno de los

primer y segundo apéndices al efector final respectivo transportado por el otro de los primer y segundo apéndices. El segundo apéndice puede transportar un efector final respectivo, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose respectiva del segundo apéndice coloca el efector final transportado por el segundo apéndice para acoplar operativamente la rama que transporta una primera pieza de fruta, y generar un primer plan de movimiento incluye generar un primer plan de movimiento en el que la respectiva segunda pose del primer apéndice coloca el respectivo efector final transportado por el primer apéndice para acoplar operativamente la primera pieza de fruta mientras el respectivo efector final transportado por el segundo apéndice se acopla operativamente a la rama que transporta la primera fruta. El segundo apéndice puede transportar además al menos un sensor, y el método puede incluir además: recibir información a través del al menos un sensor transportado por el segundo apéndice cuando el segundo apéndice está en la primera pose respectiva, en la que generar al menos un segundo plan de movimiento puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento donde la segunda pose se basa al menos en parte en la información recibida a través del al menos un sensor transportado por el segundo apéndice en la segunda pose. El segundo apéndice puede transportar además al menos un sensor de imagen, y el método puede incluir además: recibir información de la imagen a través del al menos un sensor de imagen transportado por el segundo apéndice cuando el segundo apéndice está en la primera pose respectiva, en la que generar al menos un el segundo plan de movimiento puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento donde la segunda pose se basa al menos en parte en la información de la imagen recibida a través del al menos un sensor de imagen transportado por el segundo apéndice en la segunda pose. El método puede incluir además: después de hacer que el primer apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y respectiva segunda pose, generar al menos un primer plan de movimiento actualizado para el primer apéndice que mueve el primer apéndice entre una respectiva pose actual o respectiva pose esperada a la segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre los apéndices primero y segundo; y después de hacer que el segundo apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y la respectiva segunda pose, generar al menos un segundo plan de movimiento actualizado para el segundo apéndice que mueve el segundo apéndice entre una respectiva pose actual o respectiva pose esperada a la respectiva segunda pose dentro del segundo volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices. El método puede incluir además: después de hacer que el primer apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y respectiva segunda pose, generar al menos un primer plan de movimiento actualizado para el primer apéndice que mueve el primer apéndice entre una respectiva pose actual o respectiva pose esperada a la segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre los apéndices primero y segundo. El al menos un sensor puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad montados en una parte del robot autopropulsado que no es un apéndice, y recibir información a través de ese al menos un sensor puede incluir recibir la información a través de uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad. El método puede incluir además: generar dinámicamente una pluralidad de primeros planes de movimiento actualizados mientras se hace que el primer apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y la respectiva segunda pose. El sistema robótico puede incluir un primer robot autopropulsado, y generar al menos un primer plan de movimiento puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer robot autopropulsado a través de al menos una parte de un huerto. El sistema robótico puede incluir al menos un tercer apéndice que transporta al menos uno de un sensor respectivo o un efector final respectivo, el tercer apéndice puede moverse dentro de un tercer volumen operativo, al menos una parte del tercer volumen operativo se superpone con al menos una parte de al menos uno de los volúmenes operativos primero o segundo de manera que los apéndices primero, segundo y tercero puedan colisionar físicamente entre sí, el método puede incluir: generar al menos un tercer plan de movimiento para un tercer apéndice que mueve el tercer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del tercer volumen operativo sin colisiones al menos entre el primero, el segundo y el tercer apéndice; y hacer que el tercer apéndice se mueva según el tercer plan de movimiento. El sistema robótico puede realizar las acciones de forma autónoma.

Un sistema robótico para recoger fruta puede incluir: al menos un primer apéndice móvil dentro de un primer volumen operativo, el primer apéndice que transporta un efector final respectivo; al menos un procesador de planificación de movimiento; y al menos un medio legible por el procesador no transitorio que almacena al menos una de las instrucciones o datos ejecutables por el procesador que, cuando se ejecutan por el al menos un procesador de planificación de movimiento, hace que al menos un procesador de planificación de movimiento: genere al menos un primer plan de movimiento para un primer apéndice que mueve el primer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones, la primera pose que ubica una parte del primer apéndice con respecto a una rama que transporta una o más piezas de fruta y la segunda pose que ubica el efector final transportado por el primer apéndice para acoplar físicamente una de las piezas de fruta para mover la pieza de fruta de la rama; y hacer que el primer apéndice se mueva según el primer plan de movimiento.

Un método de funcionamiento en un sistema robótico para interactuar con plantas, el sistema robótico que incluye al menos un primer apéndice, el primer apéndice móvil dentro de un primer volumen operativo, el primer apéndice

transporta al menos un sensor, el método puede incluir: generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice que mueve el primer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones, la primera pose que ubica una parte del primer apéndice con respecto a una rama que transporta una o más piezas de fruta y la segunda pose que ubica el al menos un sensor transportado por el primer apéndice con respecto a al menos una parte de al menos una planta; hacer que el primer apéndice se mueva según el primer plan de movimiento; y recibir información a través del al menos un sensor.

Generar al menos un primer plan de movimiento puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento basado al menos en parte en la información recibida a través del al menos un sensor transportado por el primer apéndice. El al menos un sensor transportado por el primer apéndice puede incluir al menos un sensor de imagen, y generar al menos un primer plan de movimiento puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento basado al menos en parte en la información de la imagen recibida a través de al menos un sensor de imagen transportado por el primer apéndice. El primer apéndice puede transportar además al menos un efector final, y generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que coloca y orienta al menos un efector final transportado por el primer apéndice en contacto con la parte de la planta. La planta puede ser un árbol y el primer apéndice puede transportar además al menos un efector final, y generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que coloca y orienta al menos un efector final transportado por el primer apéndice en contacto con la parte del árbol. La planta puede ser un árbol y el primer apéndice puede transportar además al menos un efector final, y generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que coloca y orienta al menos un efector final transportado por el primer apéndice en contacto con una rama del árbol. El al menos un efector final transportado por el primer apéndice puede ser una pinza, y generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que coloca y orienta la al menos una pinza para sujetar la parte de la planta. El al menos un efector final transportado por el primer apéndice puede ser una hoja de sierra, y generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que coloca y orienta al menos una hoja de sierra para cortar la parte de la planta y hacer oscilar la hoja de sierra. El al menos un efector final transportado por el primer apéndice puede ser una hoja de sierra, y generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que coloca y orienta al menos una hoja de sierra para cortar la parte de la planta. El al menos un efector final transportado por el primer apéndice puede ser una tijera de podar, y generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que coloca y orienta al menos una tijera de podar para cortar la parte de la planta. El sistema robótico puede incluir al menos un segundo apéndice, el segundo apéndice puede moverse dentro de un segundo volumen operativo, al menos una parte del segundo volumen operativo se superpone con al menos una parte del primer volumen operativo de manera que el primer y segundo apéndice sean capaces de colisionar físicamente entre sí, el método puede incluir además: generar al menos un segundo plan de movimiento para el segundo apéndice que mueve el segundo apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del segundo volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices; y hacer que el segundo apéndice se mueva según el segundo plan de movimiento. El segundo apéndice puede transportar un efector final respectivo, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose de al menos uno de los segundos apéndices es una pose en la que la parte de la planta es transferible a un contenedor de recogida del efector final respectivo o transportada por uno de los primer y segundo apéndices. El segundo apéndice puede transportar un efector final respectivo, y generar un primer plan de movimiento y un segundo plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento y un segundo plan de movimiento en los que la segunda pose de al menos uno del primer apéndice o el segundo apéndice es una pose en la que la parte de la planta es transferible desde el efector final respectivo transportado por uno de los primer y segundo apéndices al efector final respectivo transportado por el otro apéndice primero o segundo. El segundo apéndice puede transportar un efector final respectivo, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose respectiva del segundo apéndice coloca el efector final transportado por el segundo apéndice para acoplar operativamente una primera rama de un primer árbol, y generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose respectiva del primer apéndice coloca el efector final respectivo transportado por el primer apéndice para acoplar operativamente la primera rama del primer árbol mientras el respectivo efector final transportado por el segundo apéndice activa operativamente la primera rama del primer árbol. El segundo apéndice puede transportar un efector final respectivo, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose respectiva del segundo apéndice coloca el efector final transportado por el segundo apéndice para acoplar operativamente una segunda rama de un primer árbol, y generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose respectiva del primer apéndice coloca el efector final respectivo transportado por el primer apéndice para acoplar operativamente una primera rama del primer árbol mientras el extremo respectivo el efector transportado por el segundo apéndice se acopla operativamente a la segunda rama del primer árbol. El segundo apéndice puede transportar un efector final respectivo, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la respectiva segunda pose del segundo apéndice coloca el efector final transportado por el segundo apéndice para acoplar operativamente una primera rama de un primer árbol, y generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose respectiva del primer apéndice coloca el efector final respectivo transportado por el primer apéndice para acoplar operativamente una primera rama de un segundo árbol mientras el extremo respectivo el efector

transportado por el segundo apéndice se acopla operativamente a la primera rama del primer árbol. El segundo apéndice puede transportar además al menos un sensor, y el método puede incluir además: recibir información a través del al menos un sensor transportado por el segundo apéndice cuando el segundo apéndice está en la primera pose respectiva, en la que generar al menos un segundo plan de movimiento puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento donde la segunda pose se basa al menos en parte en la información recibida a través del al menos un sensor transportado por el segundo apéndice en la segunda pose. El segundo apéndice puede transportar además al menos un sensor de imagen, y el método puede incluir además: recibir información de la imagen a través del al menos un sensor de imagen transportado por el segundo apéndice cuando el segundo apéndice está en la primera pose respectiva, en la que generar al menos un segundo plan de movimiento puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento donde la segunda pose se basa al menos en parte en la información de la imagen recibida a través del al menos un sensor de imagen transportado por el segundo apéndice en la segunda pose. El método puede incluir además: después de hacer que el primer apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y respectiva segunda pose, generar al menos un primer plan de movimiento actualizado para el primer apéndice que mueve el primer apéndice entre una respectiva pose actual o respectiva pose esperada a la segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre los apéndices primero y segundo; y después de hacer que el segundo apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y la respectiva segunda pose, generar al menos un segundo plan de movimiento actualizado para el segundo apéndice que mueve el segundo apéndice entre una respectiva pose actual o respectiva pose esperada a la respectiva segunda pose dentro del segundo volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices. El método puede incluir además: después de hacer que el primer apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y respectiva segunda pose, generar al menos un primer plan de movimiento actualizado para el primer apéndice que mueve el primer apéndice entre una respectiva pose actual o respectiva pose esperada a la segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre los apéndices primero y segundo. El al menos un sensor puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad montados en una parte del cuerpo que no es un apéndice, y recibir información a través de al menos un sensor puede incluir recibir la información a través de uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad. El método puede incluir además: generar dinámicamente una pluralidad de primeros planes de movimiento actualizados mientras se hace que el primer apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y la respectiva segunda pose. El sistema robótico puede incluir un primer robot autopropulsado, y generar al menos un primer plan de movimiento puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer robot autopropulsado a través de al menos una parte de un huerto. El sistema robótico puede incluir al menos un tercer apéndice que transporta al menos uno de un sensor respectivo o un efector final respectivo, el tercer apéndice puede moverse dentro de un tercer volumen operativo, al menos una parte del tercer volumen operativo se superpone con al menos una parte de al menos uno de los volúmenes operativos primero o segundo de manera que los apéndices primero, segundo y tercero puedan colisionar físicamente entre sí, el método puede incluir: generar al menos un tercer plan de movimiento para un tercer apéndice que mueve el tercer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del tercer volumen operativo sin colisiones al menos entre el primero, el segundo y el tercer apéndice; y hacer que el tercer apéndice se mueva según el tercer plan de movimiento. Generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice basándose en la ubicación de al menos un ser humano y que elimine o reduzca una probabilidad de una colisión entre al menos el primer apéndice y el al menos un ser humano. Generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice basándose en la ubicación de al menos un ser humano y que elimine o reduzca una probabilidad de una colisión entre una parte de la planta que cae y el al menos un ser humano. Generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice basándose en la ubicación de al menos un ser humano y que elimine o reduzca una probabilidad de cortar una parte de la planta cuya parte sostiene al menos a un ser humano o al que está anclado al menos un ser humano. Generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice basándose en una copa de una pluralidad de árboles que elimina o reduce una probabilidad de una colisión entre el apéndice y la copa de la pluralidad de árboles. El sistema robótico puede realizar las acciones de forma autónoma.

Un sistema robótico para interactuar con plantas puede incluir: un primer apéndice móvil dentro de un primer volumen operativo, el primer apéndice que transporta al menos un sensor; al menos un procesador de planificación de movimiento; y al menos un medio legible por el procesador no transitorio que almacena al menos una de las instrucciones o datos ejecutables por el procesador que, cuando se ejecutan por el al menos un procesador de planificación de movimiento, hace que al menos un procesador de planificación de movimiento: genere al menos un primer plan de movimiento para un primer apéndice que mueve el primer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones, la primera pose que ubica una parte del primer apéndice con respecto a una rama que transporta una o más piezas de fruta y la segunda

pose que ubica el al menos un sensor transportado por el primer apéndice con respecto a al menos una parte de al menos una planta; haga que el primer apéndice se mueva según el primer plan de movimiento; y reciba información a través del al menos un sensor.

Un método de funcionamiento en un sistema robótico para envasar frutas en cajas, el sistema robótico que incluye un primer apéndice, el primer apéndice que tiene al menos un efector final y que es móvil dentro de un primer volumen operativo, el método puede incluir: generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice que mueve el primer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones, la segunda pose que ubica el al menos un efector final transportado por el primer apéndice al menos uno por encima o dentro de una caja para colocar una pieza de fruta en la caja; y hacer que el primer apéndice se mueva según el primer plan de movimiento.

Generar al menos un primer plan de movimiento puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice es una pose en la que la pieza de fruta se puede transferir desde el efector final transportado por el primero a la caja sin sufrir daños en la pieza de fruta. Generar al menos un primer plan de movimiento puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento en el que la primera pose del primer apéndice coloca el al menos un efector final transportado por el primer apéndice para recuperar la pieza de fruta de un transportador o contenedor. Generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que mueve el primer apéndice entre la segunda pose respectiva y al menos una tercera pose respectiva, la tercera pose que coloca y orienta una parte del primer apéndice para acoplar operativamente una parte de la caja. Generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que mueve el primer apéndice entre la segunda pose respectiva y al menos una tercera pose respectiva, la tercera pose que coloca y orienta una parte del primer apéndice para acoplar operativamente una solapa de la caja. Generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que mueve el primer apéndice entre la segunda pose respectiva y al menos una tercera pose respectiva, la tercera pose que coloca y orienta una parte del primer apéndice para cerrar una solapa de la caja. El primer apéndice puede transportar además al menos un sensor, y el método puede incluir además: recibir información a través del al menos un sensor transportado por el primer apéndice, y generar al menos un primer plan de movimiento puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento donde la segunda pose respectiva se basa, al menos en parte, en la información recibida a través del al menos un sensor transportado por el primer apéndice. El sistema robótico puede incluir al menos un segundo apéndice, el segundo apéndice puede moverse dentro de un segundo volumen operativo, al menos una parte del segundo volumen operativo se superpone con al menos una parte del primer volumen operativo de manera que el primer y segundo apéndice sean capaces de colisionar físicamente entre sí, el método puede incluir además: generar al menos un segundo plan de movimiento para el segundo apéndice que mueve el segundo apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del segundo volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices; y hacer que el segundo apéndice se mueva según el segundo plan de movimiento. El segundo apéndice puede transportar un efector final respectivo, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose de al menos uno de los segundos apéndices es una pose en la que al menos una pieza de fruta se puede transferir a la caja del efector final respectivo transportada por uno de los primer y segundo apéndices. El segundo apéndice puede transportar un efector final respectivo, y generar un primer plan de movimiento y un segundo plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento y un segundo plan de movimiento en los que la segunda pose de al menos uno del primer apéndice o el segundo apéndice es una pose en la que la parte de al menos una pieza de fruta es transferible desde el efector final respectivo transportado por uno de los primer y segundo apéndices al efector final respectivo transportado por el otro apéndice primero o segundo. El segundo apéndice puede transportar un efector final respectivo, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose respectiva del segundo apéndice coloca el efector final transportado por el segundo apéndice para acoplar operativamente una primera pieza de fruta, y generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la respectiva segunda pose del primer apéndice coloca el respectivo efector final transportado por el primer apéndice para acoplar operativamente la primera pieza de fruta mientras el respectivo efector final transportado por el segundo apéndice se acopla operativamente con la primera pieza de fruta. El segundo apéndice puede transportar un efector final respectivo, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la respectiva segunda pose del segundo apéndice coloca el efector final transportado por el segundo apéndice para acoplar operativamente una parte de la caja después de que primer apéndice coloca el respectivo efector final transportado por el primer apéndice para depositar la pieza de fruta en la caja. Generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca una parte del primer apéndice para transferir la pieza de fruta a la caja, y generar un segundo plan de movimiento incluye generar un segundo plan de movimiento en el que la primera pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para recuperar materiales de embalaje y la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice para transferir el material de embalaje recuperado al interior de la caja. El segundo apéndice puede transportar además al menos un sensor, y el método puede incluir además: recibir información a través del al menos un sensor transportado por el segundo apéndice cuando el segundo apéndice está en la primera pose respectiva, en la que generar al menos un segundo plan de movimiento puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento donde la segunda pose se basa al menos en parte en la información recibida a través del al menos un sensor transportado por el segundo apéndice en la segunda pose. El segundo apéndice puede transportar además al

menos un sensor de imagen, y el método puede incluir además: recibir información de la imagen a través del al menos un sensor de imagen transportado por el segundo apéndice cuando el segundo apéndice está en la primera pose respectiva, en donde generar al menos un segundo plan de movimiento puede incluir generar al menos un segundo plan de movimiento donde la segunda pose se basa al menos en parte en la información de la imagen recibida a través del al menos un sensor de imagen transportado por el segundo apéndice en la segunda pose. El método puede incluir además: después de hacer que el primer apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y la respectiva segunda pose, generar al menos un primer plan de movimiento actualizado para el primer apéndice que mueve el primer apéndice entre una respectiva pose actual o respectiva pose esperada a la segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre los apéndices primero y segundo; y después de hacer que el segundo apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y la respectiva segunda pose, generar al menos un segundo plan de movimiento actualizado para el segundo apéndice que mueve el segundo apéndice entre una respectiva pose actual o respectiva pose esperada a la respectiva segunda pose dentro del segundo volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices. El método puede incluir además: después de hacer que el primer apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y la respectiva segunda pose, generar al menos un primer plan de movimiento actualizado para el primer apéndice que mueve el primer apéndice entre una respectiva pose actual o respectiva pose esperada a la segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre los apéndices primero y segundo. El al menos un sensor puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad montados en una parte del cuerpo que no es un apéndice, y recibir información a través de al menos un sensor puede incluir recibir la información a través de uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad. El método puede incluir además: generar dinámicamente una pluralidad de primeros planes de movimiento actualizados mientras hace que el primer apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y la respectiva segunda pose. El sistema robótico puede incluir un primer robot autopropulsado, y generar al menos un primer plan de movimiento puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el primer robot autopropulsado a través de al menos una parte de un entorno de embalaje. El sistema robótico puede incluir al menos un tercer apéndice que transporta al menos uno de un sensor respectivo o un efector final respectivo, el tercer apéndice puede moverse dentro de un tercer volumen operativo, al menos una parte del tercer volumen operativo se superpone con al menos una parte de al menos uno de los volúmenes operativos primero o segundo de manera que los apéndices primero, segundo y tercero puedan colisionar físicamente entre sí, el método puede incluir: generar al menos un tercer plan de movimiento para un tercer apéndice que mueve el tercer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del tercer volumen operativo sin colisiones al menos entre el primero, el segundo y el tercer apéndice; y hacer que el tercer apéndice se mueva según el tercer plan de movimiento. Generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice basándose en la ubicación de al menos un ser humano y que elimine o reduzca una probabilidad de una colisión entre al menos el primer apéndice y al menos un ser humano. Generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice basándose en una copa de una pluralidad de árboles que elimina o reduce una probabilidad de una colisión entre el apéndice y la copa de la pluralidad de árboles. El sistema robótico puede realizar las acciones de forma autónoma.

Un sistema robótico para envasar fruta en cajas puede incluir: al menos un primer apéndice que sea móvil dentro de un primer volumen operativo; al menos un procesador de planificación de movimiento; y al menos un medio legible por el procesador no transitorio que almacena al menos una de las instrucciones o datos ejecutables por el procesador que, cuando se ejecutan por el al menos un procesador de planificación de movimiento, hace que al menos un procesador de planificación de movimiento: genere al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice que mueve el primer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones, la segunda pose que ubica el al menos un efector final transportado por el primer apéndice al menos uno por encima o dentro de una caja para colocar una pieza de fruta en la caja; y haga que el primer apéndice se mueva según el primer plan de movimiento.

Un método de funcionamiento en un sistema robótico para realizar acciones en un entorno poblado por humanos, el sistema robótico que incluye un primer apéndice y al menos un segundo apéndice, el primer y el segundo apéndices móviles dentro de un primer volumen operativo y un segundo volumen operativo, respectivamente, al menos una parte del segundo volumen operativo se superpone con al menos una parte del primer volumen operativo de manera que los apéndices primero y segundo pueden colisionar físicamente entre sí, el método puede incluir: generar al menos un primer plan de movimiento para un primer apéndice que mueve el primer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices, la segunda pose que ubica una parte del primer apéndice para interactuar con al menos un objeto en el entorno; generar al menos un segundo plan de movimiento para un segundo apéndice que mueve el segundo apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del segundo volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices; hacer que el primer apéndice se mueva según el primer plan

de movimiento; y hacer que el segundo apéndice se mueva según el segundo plan de movimiento.

Generar un primer plan de movimiento y un segundo plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento y un segundo plan de movimiento en los que la segunda pose de al menos uno del primer apéndice o el segundo apéndice es una pose en la que al menos un objeto en el entorno se mueve de una ubicación a otra ubicación en el entorno. Generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca una parte del primer apéndice para transferir al menos un objeto en el entorno entre el primer y el segundo apéndices sin colisiones. Generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que el primer apéndice se mueve entre la primera y la segunda pose respectivas mientras mantiene un objeto sostenido por el primer apéndice en una orientación vertical a través del movimiento entre la primera y la segunda pose. Generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que el primer apéndice sostiene una primera parte de un objeto en el entorno para resistir el giro del mismo, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que el segundo apéndice hace que una segunda parte del objeto en el entorno gire la segunda parte con respecto a la primera parte. El primer apéndice puede sostener un primer implemento, y generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que el primer implemento se mueve desde la primera pose a la segunda pose muy cerca de un primer ser humano en el entorno. El primer apéndice puede contener un primer implemento, y generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que el primer implemento se mueve desde la primera pose a la segunda pose en contacto con una parte de un primer ser humano en el entorno. El primer apéndice puede contener un primer peine o cepillo, y generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que el primer peine o cepillo se mueve desde la primera pose a la segunda pose en contacto con al menos uno de los cabellos o dientes de un primer ser humano en el entorno. El primer apéndice puede sostener a un primer ser humano, y generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que el primer apéndice se mueve de la primera pose a la segunda pose mientras sostiene al primer ser humano. El primer apéndice puede sostener a un primer ser humano, y generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que el primer apéndice se mueve de la primera pose a la segunda pose mientras transporta al primer ser humano. Generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que la segunda pose del primer apéndice coloca una parte del primer apéndice para acoplar operativamente un cajón en un entorno, y generar un segundo plan de movimiento puede incluir generar un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose del segundo apéndice coloca una parte del segundo apéndice en al menos uno de los lugares o recupera un objeto del cajón. El primer apéndice puede transportar un efector final y generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento en el que el primer apéndice cambia la orientación de un primer objeto cuando el primer objeto es agarrado por el efector final. El primer apéndice puede transportar un efector final respectivo, el segundo apéndice puede transportar un efector final respectivo, y generar un primer plan de movimiento y un segundo plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento y un segundo plan de movimiento en el que la segunda pose de al menos uno de los primer y segundo apéndices es una pose en la que un objeto es transferible desde el efector final respectivo transportado por uno de los primer y segundo apéndices al efector final respectivo transportado por el otro del primero o el segundo apéndices. Generar un primer plan de movimiento puede incluir generar un primer plan de movimiento que se adapte a al menos una restricción médica que se aplique a un primer ser humano en el entorno. El sistema robótico que incluye al menos un sensor, y el método puede incluir además: capturar sucesivamente información que representa al menos uno de los volúmenes operativos del espacio en el que funciona al menos uno del primer o segundo apéndice; determinar sucesivamente un número de planes de movimiento sucesivos basándose, al menos en parte, en la información capturada; y hacer sucesivamente que al menos uno del primer o segundo apéndice se mueva a cada una de una pluralidad de poses sucesivas según una pose actual del plan de movimiento. La determinación sucesiva de un número de planes de movimiento sucesivos basándose, al menos en parte, en la información capturada puede incluir la determinación sucesiva de un número de planes de movimiento sucesivos que especifican una trayectoria respectiva para al menos uno de los primer y segundo apéndices que detiene al menos uno del primer o el segundo apéndice si un objeto similar a un humano que no sea un paciente o sujeto con el cual el sistema robótico está trabajando es detectado en la trayectoria del al menos uno del primer o segundo apéndice. La determinación sucesiva de un número de planes de movimiento sucesivos basándose al menos en parte en la información capturada puede incluir la determinación sucesiva de un número de planes de movimiento sucesivos que especifican una trayectoria respectiva para al menos uno de los primer y segundo apéndices que proporciona una trayectoria posterior a través de una parte del volumen operativo del espacio para al menos uno de los primer y segundo apéndices que mueve al menos uno de los primer y segundo apéndices entre un número de poses sucesivas y que evita un objeto dinámico que de otro modo presentaría un riesgo de colisión por encima de un umbral definido para la primera trayectoria anterior. El sistema robótico puede incluir un robot autopropulsado, y determinar sucesivamente de un número de planes de movimiento sucesivos basándose al menos en parte en la información capturada puede incluir la determinación sucesiva de un número de planes de movimiento sucesivos que especifican una trayectoria respectiva para el robot autopropulsado que detiene el robot autopropulsado si se detecta en la trayectoria del robot autopropulsado un objeto similar a un humano que no sea un paciente o sujeto con el que está trabajando el sistema robótico. El sistema robótico puede incluir un robot autopropulsado, y determinar sucesivamente un número de planes de movimiento sucesivos basándose, al menos en parte, en la información capturada puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento que especifica una trayectoria para el robot autopropulsado que cambia la trayectoria del robot autopropulsado para evitar un objeto similar a un humano que no sea un paciente o sujeto con el que está trabajando el sistema robótico que se detecta en la trayectoria del robot autopropulsado, sin

detener un movimiento del robot autopropulsado. Al menos uno de los primeros o segundos apéndices puede transportar al menos un sensor, y generar al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice o un segundo plan de movimiento para el segundo apéndice puede incluir generar al menos un primer plan de movimiento o un segundo plan de movimiento basado al menos en parte en información que representa al menos una parte del entorno detectado por ese al menos un sensor. El al menos un sensor puede incluir uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad, y el método puede incluir además: capturar sucesivamente información que representa al menos una parte del primer entorno a través de uno o más de: una o más cámaras, uno o más sensores de contacto, uno o más sensores inductivos, uno o más sensores de ultrasonido, uno o más sensores de microondas, uno o más sensores de rayos X, uno o más sensores láser, uno o más sensores de infrarrojo cercano, uno o más sensores capacitivos, uno o más sensores de fuerza, uno o más sensores de movimiento, y, o, uno o más sensores de proximidad. El método puede incluir además: después de hacer que el primer apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y la respectiva segunda pose, generar al menos un primer plan de movimiento actualizado para el primer apéndice que mueve el primer apéndice entre una respectiva pose actual o respectiva pose esperada a la segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre los apéndices primero y segundo. El método puede incluir además: generar dinámicamente una pluralidad de primeros planes de movimiento actualizados mientras se hace que el primer apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y la respectiva segunda pose. El método puede incluir además: después de hacer que el primer apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y la respectiva segunda pose, generar al menos un primer plan de movimiento actualizado para el primer apéndice que mueve el primer apéndice entre una respectiva pose actual o respectiva pose esperada a la segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre los apéndices primero y segundo; y después de hacer que el segundo apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y la respectiva segunda pose, generar al menos un segundo plan de movimiento actualizado para el segundo apéndice que mueve el segundo apéndice entre una respectiva pose actual o respectiva pose esperada a la respectiva segunda pose dentro del segundo volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices. El sistema robótico puede incluir al menos un tercer apéndice que transporta al menos uno de un sensor respectivo o un efector final respectivo, el tercer apéndice móvil dentro de un tercer volumen operativo, al menos una parte del tercer volumen operativo se superpone con al menos una parte de al menos uno de los volúmenes operativos primero o segundo, de manera que los apéndices primero, segundo y tercero puedan colisionar físicamente entre sí, el método puede incluir: generar al menos un tercer plan de movimiento para un tercer apéndice que mueve el tercer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del tercer volumen operativo sin colisiones al menos entre el primero, el segundo y el tercer apéndice; hacer que el tercer apéndice se mueva según el tercer plan de movimiento. El sistema robótico puede realizar las acciones de forma autónoma.

Un sistema robótico para realizar acciones en un entorno poblado por humanos puede incluir: un primer apéndice móvil dentro de un primer volumen operativo; un segundo apéndice móvil dentro de un segundo volumen operativo, al menos una parte del segundo volumen operativo se superpone con al menos una parte del primer volumen operativo de manera que el primer y segundo apéndice pueden colisionar físicamente entre sí; al menos un procesador de planificación de movimiento; y al menos un medio legible por el procesador no transitorio que almacena al menos una de las instrucciones o datos ejecutables por el procesador que, cuando se ejecutan por el al menos un procesador de planificación de movimiento, hace que al menos un procesador de planificación de movimiento: genere al menos un primer plan de movimiento para un primer apéndice que mueve el primer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices, la segunda pose que ubica una parte del primer apéndice para interactuar con al menos un objeto en el entorno; genere al menos un segundo plan de movimiento para un segundo apéndice que mueve el segundo apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del segundo volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices; haga que el primer apéndice se mueva según el primer plan de movimiento; y haga que el segundo apéndice se mueva según el segundo plan de movimiento.

El sistema robótico para realizar acciones en un entorno poblado por humanos puede incluir instrucciones o datos ejecutables por el procesador que, cuando se ejecutan por al menos un procesador de planificación de movimiento, pueden hacer que al menos un procesador de planificación de movimiento realice cualquiera de los métodos descritos anteriormente.

La figura 5 es un diagrama de flujo que muestra un método 500 de funcionamiento en un sistema robótico con respecto a la preparación de equipos, según una realización ilustrada. El método 500 de operación está en un sistema robótico, el sistema robótico que incluye al menos un procesador de planificación de movimiento y al menos un robot, el al menos un robot que tiene al menos un apéndice, el al menos un apéndice que tiene al menos una articulación y al menos un menos un efector final. El método 500 de funcionamiento en un sistema robótico con respecto al equipamiento, según una realización ilustrada, comienza en 502.

En 504, el sistema 200 recibe información que representa una posición y orientación respectivas de cada una de una pluralidad de piezas similares de un primer tipo en un primer contenedor de piezas a granel. Las piezas similares del primer tipo en el primer contenedor de piezas a granel son similares entre sí y el al menos un efector final puede

acceder al primer contenedor de piezas a granel.

En 506, el sistema 200 determina una primera de las piezas similares del primer tipo para recuperar del primer contenedor de piezas a granel.

5 En 508, el sistema 200 procesa por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento donde al menos una pared del contenedor se representa y se elimina de los datos, para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice del al menos un robot que mueve el al menos un apéndice desde una primera pose a una segunda pose sin colisiones y desde la segunda pose a una tercera pose sin colisiones. La segunda pose es una posición y una orientación en las que la primera determinada de las piezas similares del primer tipo en el primer contenedor de piezas a granel es agarrable/acoplable por el al menos un efector final. La
10 tercera pose es una posición y orientación en la que el al menos un efector final con la primera determinada de las piezas similares del primer tipo se coloca al menos uno por encima o en un contenedor del kit para formar al menos parcialmente un kit de piezas que incluye al menos una parte que es diferente a las piezas similares del primer tipo.

15 En 510, el sistema 200 hace que al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice desde la primera pose a la tercera pose sin colisiones. El método 500 de funcionamiento en un sistema robótico con respecto al equipamiento, según una realización ilustrada, concluye en 512.

20 La figura 6 es un diagrama de flujo que muestra un método 600 de funcionamiento en un sistema robótico con respecto al equipamiento útil en el método 500 de la figura 5. El método 600 de funcionamiento está en un sistema robótico, el sistema robótico que incluye al menos un procesador de planificación de movimiento y al menos un robot, el al menos un robot que tiene al menos un apéndice, el al menos un apéndice que tiene al menos una articulación y al menos un efector final. El método 600 de funcionamiento en un método de funcionamiento en un sistema robótico con respecto al equipamiento útil en el método 500 en la figura 5 comienza en 602.

25 En 604, el sistema 200 recibe información que representa una posición y orientación respectivas de cada una de una pluralidad de piezas similares de un segundo tipo en un segundo contenedor de piezas a granel. Las piezas similares del segundo tipo en el segundo contenedor de piezas a granel son similares entre sí y diferentes a las piezas similares del primer tipo en el primer contenedor de piezas a granel. El segundo contenedor de piezas a granel es accesible por al menos un efector final.

En 606, el sistema 200 determina una primera de las piezas similares del segundo tipo para recuperar del segundo contenedor de piezas a granel.

30 En 608, el sistema 200 procesa por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento, para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice del al menos un robot que mueve el al menos un apéndice desde una cuarta pose a una quinta pose sin colisiones y de la quinta pose a una sexta pose sin colisiones. La quinta pose es una posición y una orientación en la que la primera determinada de las piezas similares del segundo tipo en el segundo contenedor de piezas a granel es agarrable/acoplable por el al menos un efector final y la sexta pose es una posición y una orientación en la que el al menos un efector final con la primera
35 determinada de las piezas similares del segundo tipo se coloca al menos uno por encima o en el contenedor del kit para formar al menos parcialmente el kit de piezas.

En 610, el sistema 200 hace que al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice de la quinta pose a la sexta pose sin colisiones.

El método 600 de funcionamiento en un sistema robótico con respecto al equipamiento concluye en 612.

40 La figura 7 es un diagrama de flujo que muestra un método 700 de funcionamiento en un sistema robótico con respecto a los transportadores, según una realización ilustrada. El método 700 de funcionamiento está en un sistema robótico en una línea de ensamblaje que incluye al menos un transportador que transporta una pluralidad de objetos que se ensamblan a lo largo de una línea de ensamblaje, el sistema robótico que incluye al menos un procesador de planificación de movimiento y al menos un robot, el al menos un robot que tiene al menos un apéndice, el al menos un apéndice que tiene al menos una articulación y al menos un efector final. El método 700 de funcionamiento en un
45 diagrama de flujo que muestra un método de funcionamiento en un sistema robótico con respecto a los transportadores comienza en 702.

En 704, para cada uno de los objetos que se ensamblan, el sistema 200 recibe información que representa una posición y orientación respectivas del objeto respectivo.

50 En 706, para cada uno de los objetos que se ensamblan, el sistema 200 procesa por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice del al menos un robot que se mueve el al menos un apéndice de una primera pose a una segunda pose sin colisiones, la segunda pose que es una posición definida y una orientación definida de una parte del al menos un apéndice con respecto a uno de los objetos que se ensamblan.

55 En 708, para cada uno de los objetos que se ensamblan, el sistema 200 hace que al menos un robot ejecute al menos

uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice de la primera pose a la segunda pose sin colisiones.

El método 700 de funcionamiento en un sistema robótico respecto a transportadores concluye en 712.

La figura 8 es un diagrama de flujo que muestra un método 800 de funcionamiento en un sistema robótico con respecto a sujetadores roscados, según una realización ilustrada. El método 800 de funcionamiento está en un sistema robótico en una línea de ensamblaje que incluye al menos un transportador que transporta una pluralidad de objetos que se ensamblan a lo largo de una línea de ensamblaje, el sistema robótico que incluye al menos un procesador de planificación de movimiento y al menos un robot, el al menos un robot que tiene al menos un apéndice, el al menos un apéndice que tiene al menos una articulación y al menos un efector final. El método 800 de funcionamiento en una operación en un sistema robótico con respecto a sujetadores roscados comienza en 802.

En 804, el sistema 200, para cada uno de los objetos que se ensamblan, recibe información que representa una posición y orientación respectivas del objeto respectivo.

En 806, el sistema 200 procesa por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice del al menos un robot que mueve el al menos un apéndice desde una primera pose a una segunda pose sin colisiones y de la segunda pose a una tercera pose sin colisiones, la segunda pose que es una posición y una orientación en la que se coloca un sujetador roscado con respecto a un orificio roscado.

En 808, el sistema 200 hace que al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice desde la primera pose a la tercera pose sin colisiones.

En 810, el sistema 200 hace que el efector final gire en una primera dirección de giro.

En 812, el sistema 200 detecta un asiento del sujetador roscado con una rosca del orificio roscado.

En 814, el sistema 200 hace que el efector final gire en una segunda dirección de giro, la segunda dirección de giro opuesta a la primera dirección de giro.

El método 800 de funcionamiento en un sistema robótico con respecto a sujetadores roscados, según una realización ilustrada, concluye en 816.

La figura 9 es un diagrama de flujo que muestra un método 900 de funcionamiento en un sistema robótico con respecto a las inspecciones, según una realización ilustrada. El método 900 de funcionamiento está en un sistema robótico para realizar una inspección de cada uno de una pluralidad de objetos ensamblados a medida que los objetos ensamblados son transportados más allá de una o más estaciones de inspección, el sistema robótico que incluye al menos un procesador de planificación de movimiento y al menos un robot, el al menos un robot que tiene al menos un apéndice, el al menos un apéndice al menos que tiene una articulación y al menos un sensor. El método 900 de funcionamiento en un sistema robótico con respecto a las inspecciones comienza en 902.

En 904, el sistema 200, para cada uno de los objetos, captura información que representa una posición y orientación respectivas del objeto respectivo.

En 906, el sistema 200 procesa por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice del al menos un robot que mueve el al menos un apéndice desde una primera pose a una segunda pose sin colisiones. La primera pose es una primera posición definida y una primera orientación definida del al menos un sensor transportado por el al menos un apéndice y la segunda pose es una segunda posición definida y una segunda orientación definida del al menos un sensor transportado por el en menos un apéndice con respecto a uno de los objetos ensamblados que se inspeccionan.

En 908, el sistema 200 hace que al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice desde la primera pose a la segunda pose sin colisiones.

El método 900 de funcionamiento en un sistema robótico respecto a las inspecciones concluye en 910.

La figura 10 es un diagrama de flujo que muestra un método 1000 de funcionamiento en un sistema robótico con respecto a la autocalibración, según una realización ilustrada. El método 1000 de funcionamiento está en un sistema robótico, el sistema robótico que incluye al menos un procesador de planificación de movimiento, al menos un sensor y al menos un robot, el al menos un robot que tiene al menos un apéndice, el al menos un apéndice que tiene al menos una articulación y al menos un efector final. El método 1000 de funcionamiento en un sistema robótico con respecto a la autocalibración comienza en 1002.

En 1004, el sistema 200 provoca sucesivamente que al menos un apéndice se mueva a cada una de una pluralidad de poses sucesivas.

En 1006, el sistema 200, para el al menos un sensor, captura sucesivamente información que representa una posición

y orientación respectivas del sensor respectivo con respecto a una parte respectiva del al menos un apéndice en cada una de las poses sucesivas.

En 1008, el sistema 200, para el al menos un sensor, determina un conjunto respectivo de valores de calibración a partir de la información capturada sucesivamente.

- 5 En 1010, el sistema 200 procesa por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento calibrado para el al menos un apéndice del al menos un robot que mueve el al menos un apéndice desde una primera pose a una segunda pose sin colisiones.

En 1012, el sistema 200 hace que al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice desde la primera pose a la tercera pose sin colisiones.

- 10 El método 1000 de un diagrama de flujo que muestra un método de funcionamiento en un sistema robótico con respecto a la autocalibración concluye en 1014.

- 15 La figura 11 es un diagrama de flujo que muestra un método 1100 de funcionamiento en un sistema robótico que funciona en un volumen de espacio que es habitable por objetos estáticos y objetos dinámicos que incluyen humanos, según una realización ilustrada. El sistema robótico que incluye al menos un procesador de planificación de movimiento, al menos un sensor y al menos un robot, el al menos un robot que tiene al menos un apéndice, el al menos un apéndice que tiene al menos una articulación y al menos un efector final. El método 1100 de funcionamiento en un sistema robótico que funciona en un volumen de espacio que es habitable por objetos estáticos y objetos dinámicos que incluyen humanos comienza en 1102.

- 20 En 1104, el sistema 200 captura sucesivamente información que representa un volumen de espacio en el que funciona el al menos un apéndice, el volumen de espacio que es habitable por objetos estáticos y objetos dinámicos incluyendo humanos.

- 25 En 1106, el sistema 200, basándose, al menos en parte, en la información capturada, procesa por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un primer plan de movimiento que proporciona una primera trayectoria a través de una parte del volumen de espacio para el al menos un apéndice que mueve el al menos un apéndice entre un número de poses sucesivas.

- 30 En 1108, el sistema 200, basándose, al menos en parte, en la información capturada, procesa por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento posterior que proporcione una trayectoria posterior a través de una parte del volumen de espacio para el al menos un apéndice que mueve el al menos un apéndice entre un número de poses sucesivas y que evita un objeto dinámico que de otro modo presentaría un riesgo de colisión por encima de un umbral definido para la primera trayectoria anterior.

En 1110, el sistema 200 hace sucesivamente que el al menos un apéndice se mueva a cada una de una pluralidad de poses sucesivas según una pose actual del plan de movimiento.

- 35 El método 1100 de funcionamiento en un sistema robótico que funciona en un volumen de espacio que es habitable por objetos estáticos y objetos dinámicos incluyendo humanos concluye en 1112.

- 40 La figura 12 es un diagrama de flujo que muestra un método 1200 de funcionamiento en un sistema robótico con respecto al agarre multimanual, según una realización ilustrada. El método 1200 de funcionamiento está en un sistema robótico que incluye un primer apéndice y al menos un segundo apéndice, el primer y el segundo apéndices móviles dentro de un primer volumen operativo y un segundo volumen operativo, respectivamente, al menos una parte del segundo volumen operativo que se superponer con al menos una parte del primer volumen operativo de manera que los apéndices primero y segundo sean capaces de colisionar físicamente entre sí. El método 1200 de funcionamiento en un sistema robótico con respecto al agarre multimanual comienza en 1202.

- 45 En 1204, el sistema 200 genera al menos un primer plan de movimiento para un primer apéndice que mueve el primer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices.

En 1206, el sistema 200 genera al menos un segundo plan de movimiento para un segundo apéndice que mueve el segundo apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del segundo volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices.

En 1208, el sistema 200 hace que el primer apéndice se mueva según el primer plan de movimiento.

- 50 En 1210, el sistema 200 hace que el segundo apéndice se mueva según el segundo plan de movimiento.

El funcionamiento del método 1200 en un sistema robótico con respecto al agarre multimanual, según una realización ilustrada, concluye en 1212.

La figura 13 es un diagrama de flujo que muestra un método 1300 de funcionamiento en un sistema robótico con respecto al agarre multimanual útil en el método de la figura 12, según una realización ilustrada. El método 1300 está en un sistema robótico que incluye un primer apéndice y al menos un segundo apéndice, el primer y el segundo apéndices móviles dentro de un primer volumen operativo y un segundo volumen operativo, respectivamente, al menos una parte del segundo volumen operativo se superpone con al menos una parte del primer volumen operativo de manera que los apéndices primero y segundo puedan colisionar físicamente entre sí. El método 1300 de operación en un sistema robótico con respecto al agarre multimanual útil en el método de la figura 12 comienza en 1302.

En 1304, el sistema 200, después de hacer que el primer apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y la respectiva segunda pose, genera al menos un primer plan de movimiento actualizado para el primer apéndice que mueve el primer apéndice entre una respectiva pose actual o una respectiva pose esperada respectiva a la segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre los apéndices primero y segundo.

En 1306, el sistema 200, después de hacer que el segundo apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y la respectiva segunda pose, genera al menos un segundo plan de movimiento actualizado para el segundo apéndice que mueve el segundo apéndice entre una respectiva pose actual o una respectiva pose esperada respectiva a la segunda pose respectiva dentro del segundo volumen operativo sin colisiones al menos entre los apéndices primero y segundo.

El método 1300 de funcionamiento en un sistema robótico con respecto al agarre multimanual útil en el método de la figura 12 concluye en 1308.

La figura 14 es un diagrama de flujo que muestra un método 1400 de funcionamiento en un sistema robótico con respecto al agarre mediante el tacto, según una realización ilustrada. El método 1400 de funcionamiento es un sistema robótico que incluye un primer apéndice que transporta al menos un sensor y al menos un segundo apéndice que transporta al menos un efector final, el primer y el segundo apéndices móviles dentro de un primer volumen operativo y un segundo volumen operativo, respectivamente, al menos una parte del segundo volumen operativo se superpone con al menos una parte del primer volumen operativo de manera que los apéndices primero y segundo pueden colisionar físicamente entre sí. El método 1400 de funcionamiento en un sistema robótico con respecto al agarre por tacto comienza en 1402.

En 1404, el sistema 200 genera al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice que mueve el primer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices, la segunda pose respectiva que coloca el al menos un sensor transportado por el primer apéndice para detectar operativamente una parte de un entorno.

En 1406, el sistema 200 genera al menos un segundo plan de movimiento para el segundo apéndice que mueve el segundo apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del segundo volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices, la respectiva segunda pose en la que el efector final transportado por el segundo apéndice está colocado para acoplarse operativamente a un objeto dentro de la parte del entorno que es detectada por el al menos un sensor.

En 1408, el sistema 200 hace que el primer apéndice se mueva según el primer plan de movimiento.

En 1410, el sistema 200 recibe información recogida por el al menos un sensor transportado por el primer apéndice.

En 1412, el sistema 200 hace que el segundo apéndice se mueva según el segundo plan de movimiento.

El método 1400 de funcionamiento en un sistema robótico de agarre por tacto concluye en 1414.

La figura 15 es un diagrama de flujo que muestra un método 1500 de funcionamiento en un sistema robótico con respecto al agarre por tacto útil en el método de la figura 14, según una realización ilustrada. El método 1500 es un método de funcionamiento en un sistema robótico en el que el segundo apéndice también transporta un sensor respectivo además del efector final respectivo transportado por el segundo apéndice. El método 1500 de funcionamiento en un sistema robótico con respecto al agarre por tacto útil en el método de la figura 14 comienza en 1502.

En 1504, el sistema 200 recibe la información recogida por el sensor transportado por el segundo apéndice.

En 1506, el sistema 200 genera dinámicamente una pluralidad de segundos planes de movimiento actualizados basándose, al menos en parte, en la información recibida recogida por el sensor transportado por el segundo apéndice.

El método 1500 de funcionamiento en un método de funcionamiento en un sistema robótico con respecto al agarre por tacto útil en el método de la figura 14 concluye en 1508.

La figura 16 es un diagrama de flujo que muestra un método 1600 de funcionamiento en un sistema robótico con respecto a la información recogida por un sensor transportado por un apéndice, según una realización ilustrada. El método 1600 de funcionamiento está en un sistema robótico que incluye un primer apéndice que transporta al menos un sensor y al menos un efector final, el primer apéndice móvil dentro de un primer volumen operativo. El método 1600

de funcionamiento en un sistema robótico con respecto a la información recogida por un sensor transportado por un apéndice comienza en 1602.

En 1604, el sistema 200 recibe información recogida por el al menos un sensor transportado por el primer apéndice.

5 En 1606, el sistema 200 genera dinámicamente en una pluralidad de intervalos de tiempo sucesivos una pluralidad de planes de movimiento actualizados para el primer apéndice que mueve el primer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones basándose al menos en parte en la información recibida recogida por el al menos un sensor transportado por el primer apéndice.

En 1608, el sistema 200 hace que el primer apéndice se mueva según los planes de movimiento generados dinámicamente para el primer apéndice.

10 El método 1600 del sistema robótico con respecto a la información recogida por un sensor transportado por un apéndice concluye en 1610.

15 La figura 17 es un diagrama de flujo que muestra un método 1700 de funcionamiento en un sistema robótico relacionado con el empaquetado de cajas, según una realización ilustrada. El método 1700 de funcionamiento está en un sistema robótico para empaquetar artículos en cajas, el sistema robótico que incluye un primer apéndice y al menos un segundo apéndice, el primer y el segundo apéndices móviles dentro de un primer volumen operativo y un segundo volumen operativo, respectivamente al menos una parte del segundo volumen operativo se superpone con al menos una parte del primer volumen operativo de manera que los apéndices primero y segundo pueden colisionar físicamente entre sí. El método 1700 de funcionamiento en un sistema robótico con respecto al empaquetado de cajas comienza en 1702.

20 En 1704, el sistema 200 genera al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice que mueve el primer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices, la segunda pose que ubica una parte del primer apéndice al menos una por encima o dentro de una caja.

25 En 1706, el sistema 200 genera al menos un segundo plan de movimiento para el segundo apéndice que mueve el segundo apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del segundo volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices.

En 1708, el sistema 200 hace que el primer apéndice se mueva según el primer plan de movimiento.

En 1710, el sistema 200 hace que el segundo apéndice se mueva según el segundo plan de movimiento.

El método 1700 de funcionamiento en un sistema robótico respecto al empaquetado de cajas concluye en 1712.

30 La figura 18 es un diagrama de flujo que muestra un método 1800 de funcionamiento en un sistema robótico con respecto al empaquetado de cajas útil en el método de la figura 17, según una realización ilustrada. El método 1800 de funcionamiento está en un sistema robótico para empaquetar artículos en cajas, el sistema robótico que incluye un primer apéndice y al menos un segundo apéndice, el primer y el segundo apéndices móviles dentro de un primer volumen operativo y de un segundo volumen operativo, respectivamente al menos una parte del segundo volumen operativo se superpone con al menos una parte del primer volumen operativo de manera que los apéndices primero y segundo pueden colisionar físicamente entre sí. El método 1800 de funcionamiento en un sistema robótico con respecto al empaquetado de cajas útil en el método de la figura 17 comienza en 1802.

40 En 1804, el sistema 200, después de hacer que el primer apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y la respectiva segunda pose, genera al menos un primer plan de movimiento actualizado para el primer apéndice que mueve el primer apéndice entre una respectiva pose actual o una respectiva pose esperada respectiva a la segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre los apéndices primero y segundo.

45 En 1806, el sistema 200, después de hacer que el segundo apéndice se mueva al menos parcialmente entre la respectiva primera y la respectiva segunda pose, genera al menos un segundo plan de movimiento actualizado para el segundo apéndice que mueve el segundo apéndice entre una respectiva pose actual o una respectiva pose esperada a la segunda pose respectiva dentro del segundo volumen operativo sin colisiones al menos entre los apéndices primero y segundo.

El método 1800 de operación en un sistema robótico con respecto al empaquetado de cajas útil en el método de la figura 17 concluye en 1808.

50 La figura 19 es un diagrama de flujo que muestra un método 1900 de funcionamiento en un sistema robótico con respecto a la inspección de estantes, según una realización ilustrada. El método 1900 de funcionamiento está en un sistema robótico para manejar el almacenamiento en estantes y la disposición de artículos en estantes, el sistema robótico que incluye al menos un robot que transporta al menos un sensor. El método 1900 de funcionamiento en un sistema robótico con respecto a la inspección de estantes comienza en 1902.

En 1904, el sistema 200 genera al menos un primer plan de movimiento para un primer robot del al menos un sistema robótico, el primer plan de movimiento que mueve al menos una parte del primer robot entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva con respecto a un primer conjunto de estantes para detectar al menos uno de una cantidad y disposición de artículos en los estantes.

5 En 1906, el sistema 200 hace que al menos una parte del primer robot se mueva según el primer plan de movimiento.

En 1908, el sistema 200 captura sucesivamente información que representa el almacenamiento y la disposición de los artículos en los estantes en al menos una de la primera pose, la segunda pose o una pose intermedia entre la primera y la segunda pose.

El método 1900 de funcionamiento en un sistema robótico respecto a la inspección de estantes concluye en 1910.

10 La figura 20 es un diagrama de flujo que muestra un método 2000 de funcionamiento en un sistema robótico relacionado con el manejo de equipaje, según una realización ilustrada. El método 2000 de funcionamiento está en un sistema robótico para manejar equipaje, el sistema robótico que incluye al menos un robot y al menos un sensor. El método 2000 de funcionamiento en un sistema robótico con respecto al manejo de equipaje comienza en 2002.

En 2004, el sistema 200 recibe información que representa un entorno que incluye una pluralidad de piezas de equipaje.

15 En 2006, el sistema 200 genera al menos un primer plan de movimiento para un primer robot del al menos un robot, el primer plan de movimiento que mueve al menos una parte del primer robot entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva con respecto a la pluralidad de piezas de equipaje.

En 2008, el sistema 200 hace que al menos una parte del primer robot se mueva según el primer plan de movimiento.

El método 2000 del sistema robótico de manejo de equipaje concluye en 2010.

20 La figura 21 es un diagrama de flujo que muestra un método 2100 de funcionamiento en un sistema robótico con respecto al reciclaje, según una realización ilustrada. El método 2100 de funcionamiento está en un sistema robótico para manejar materiales para reciclar, el sistema robótico que incluye al menos un robot y al menos un sensor. El método 2100 de funcionamiento en un sistema robótico con respecto al reciclaje comienza en 2102.

25 En 2104, el sistema 200 recibe información que representa un entorno que incluye una pluralidad de piezas de materiales para reciclar.

En 2106, el sistema 200 genera al menos un primer plan de movimiento para un primer robot del al menos un robot, el primer plan de movimiento que mueve al menos una parte del primer robot entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva con respecto a la pluralidad de piezas de materiales para reciclar.

En 2108, el sistema 200 hace que al menos una parte del primer robot se mueva según el primer plan de movimiento.

30 El método 2100 de funcionamiento en un sistema robótico respecto al reciclaje concluye en 2110.

La figura 22 es un diagrama de flujo que muestra un método 2200 de funcionamiento en un sistema robótico relacionado con procedimientos médicos, según una realización ilustrada. El método 2200 de funcionamiento está en un sistema médico robótico, el sistema médico robótico que incluye al menos un robot y al menos un sensor. El método 2200 de funcionamiento en un sistema robótico con respecto a procedimientos médicos comienza en 2202.

35 En 2204, el sistema 200 recibe información que representa un entorno que incluye tejido corporal.

En 2206, el sistema 200 genera al menos un primer plan de movimiento para un primer robot del al menos un robot, el primer plan de movimiento mueve al menos una parte del primer robot entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva con respecto al tejido corporal.

En 2208, el sistema 200 hace que al menos una parte del primer robot se mueva según el primer plan de movimiento.

40 El método 2200 de funcionamiento en un sistema robótico respecto a procedimientos médicos concluye en 2210.

La figura 23 es un diagrama de flujo que muestra un método 2300 de funcionamiento en un sistema robótico con respecto a procedimientos médicos, según otra realización ilustrada. El método 2300 de funcionamiento está en un sistema médico robótico, el sistema médico robótico que incluye al menos un robot y al menos un sensor, el al menos un robot que incluye al menos una fuente que puede funcionar para emitir al menos un haz de energía. El método 2300 de funcionamiento en un sistema robótico con respecto a procedimientos médicos comienza en 2302.

45 En 2304, el sistema 200 recibe información del al menos un sensor, la información que representa un entorno que incluye tejido corporal.

En 2306, el sistema 200 genera al menos un primer plan de movimiento para un primer robot del al menos un robot, el primer plan de movimiento que define una trayectoria para el haz de energía emitido por la al menos una fuente.

En 2308, el sistema 200 hace que el haz de energía interactúe con el tejido corporal a lo largo de la trayectoria definida.

El método 2300 de funcionamiento en un sistema robótico respecto a procedimientos médicos concluye en 2310.

5 La figura 24 es un diagrama de flujo que muestra un método 2400 de funcionamiento en un sistema robótico relacionado con procedimientos dentales, según una realización ilustrada. El método 2400 de funcionamiento está en un sistema dental robótico, el sistema dental robótico que incluye al menos un robot y al menos un sensor. El método 2400 de funcionamiento en un sistema robótico con respecto a procedimientos dentales comienza en 2402.

En 2404, el sistema 200 recibe información que representa un entorno que incluye uno o más de: encías y un número de dientes en una boca.

10 En 2406, el sistema 200 genera al menos un primer plan de movimiento para un primer robot del al menos un robot, el primer plan de movimiento que mueve al menos una parte del primer robot entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva con respecto al número de dientes.

En 2408, el sistema 200 hace que al menos una parte del primer robot se mueva según el primer plan de movimiento.

El método 2400 de funcionamiento en un sistema robótico respecto a procedimientos dentales concluye en 2410.

15 La figura 25 es un diagrama de flujo que muestra un método 2500 de funcionamiento en un sistema robótico con respecto a procedimientos dentales útiles en el método de la figura 24, según una realización ilustrada. El método 2500 de funcionamiento está en un sistema dental robótico, el sistema dental robótico que incluye al menos un robot y al menos un sensor. El método 2500 de funcionamiento en un sistema robótico con respecto a procedimientos dentales útil en el método de la Figura 24 comienza en 2502.

20 En 2504, el sistema 200 genera al menos un plan de movimiento para el robot autopropulsado que especifica una trayectoria para el robot autopropulsado a través de al menos una parte del entorno.

En 2506, el sistema 200 hace que el robot autopropulsado atraviese la trayectoria definida por el al menos un plan de movimiento generado.

El método 2500 de funcionamiento en un sistema robótico con respecto a procedimientos dentales útil en el método de la figura 24 concluye en 2508.

25 La figura 26 es un diagrama de flujo que muestra un método 2600 de funcionamiento en un sistema robótico relacionado con drones, según una realización ilustrada. El método 2600 de funcionamiento está en un sistema de dron que incluye al menos un dron y al menos un sensor. El método 2600 de funcionamiento en un sistema robótico con respecto a drones comienza en 2602.

En 2604, el sistema 200 recibe información que representa un entorno en el que funciona el al menos un dron.

30 En 2606, el sistema 200 genera al menos un primer plan de movimiento para un primer dron del al menos un dron, el primer plan de movimiento que mueve al menos una parte del primer dron entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva con respecto al entorno.

En 2608, el sistema 200 hace que al menos el primer dron se mueva según el primer plan de movimiento.

El método 2600 de funcionamiento en un sistema robótico respecto a drones concluye en 2610.

35 La figura 27 es un diagrama de flujo que muestra un método 2700 de funcionamiento en un sistema robótico con respecto a la construcción, según una realización ilustrada. El método 2700 de operación está en un sistema robótico, el sistema robótico que incluye al menos un procesador de planificación de movimiento y al menos un robot, el al menos un robot tiene al menos un apéndice, el al menos un apéndice tiene al menos una articulación y al menos un menos un efector final. El método 2700 de funcionamiento en un sistema robótico con respecto a la construcción comienza en 2702.

40 En 2704, el sistema 200 recibe información que representa una posición y orientación respectivas de cada una de una pluralidad de piezas similares de material de construcción de un primer tipo, las piezas similares de material de construcción del primer tipo accesibles por el al menos un efector final.

45 En 2706, el sistema 200 determina una primera de las piezas similares de material de construcción del primer tipo para recuperar.

50 En 2708, el sistema 200 procesa por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice del al menos un robot que mueve el al menos un apéndice desde una primera pose a una segunda pose sin colisiones. La primera pose es una posición y una orientación en la que la primera determinada de piezas similares de material de construcción del primer tipo es agarrable/acoplable por el al menos un efector final y la segunda pose es una posición y orientación en

la que al menos un efector final coloca la primera de las piezas similares de material de construcción del primer tipo en acoplamiento físico con al menos otra pieza de material de construcción.

En 2710, el sistema 200 hace que al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice desde la primera pose a la segunda pose sin colisiones.

5 El método 2700 de funcionamiento en un sistema robótico en cuanto a construcción concluye en 2712.

La figura 28 es un diagrama de flujo que muestra un método 2800 de funcionamiento en un sistema robótico con respecto a la construcción útil en el método de la figura 27, según una realización ilustrada. El método 2800 de funcionamiento está en un sistema robótico, el sistema robótico que incluye al menos un procesador de planificación de movimiento y al menos un robot, el al menos un robot que tiene al menos un apéndice, el al menos un apéndice
10 que tiene al menos una articulación y al menos un efector final. El método 2800 de funcionamiento en un sistema robótico con respecto a la construcción útil en el método de la figura 27 comienza en 2802.

En 2804, el sistema 200 recibe información que representa una posición y orientación respectivas de cada una de una pluralidad de piezas similares de material de construcción de un segundo tipo, las piezas similares de material de construcción del segundo tipo que son similares entre sí y diferentes de las piezas similares de material de construcción
15 del primer tipo, las piezas similares de material de construcción del segundo tipo accesibles por el al menos un efector final.

En 2806, el sistema 200 determina una primera de las piezas similares de material de construcción del segundo tipo para recuperar.

En 2808, el sistema 200 procesa por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento, para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice del al menos un robot que mueve el al menos un apéndice desde una tercera pose a una cuarta pose sin colisiones. La tercera pose es una posición y orientación en la que la primera determinada de las piezas similares del material de construcción del segundo tipo es agarrable/acoplable por el al menos un efector final y la cuarta pose es una posición y orientación en la que el al menos un efector final coloca la primera de las piezas similares de material de construcción del segundo
20 tipo en acoplamiento físico con al menos otra pieza de material de construcción.

En 2810, el sistema 200 hace que al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice desde la tercera pose a la cuarta pose sin colisiones.

El método 2800 de operación en un sistema robótico con respecto a la construcción útil en el método de la figura 27 concluye en 2812.

La figura 29 es un diagrama de flujo que muestra un método 2900 de funcionamiento en un sistema robótico relacionado con la pintura, según una realización ilustrada. El método 2900 de funcionamiento está en un sistema robótico, el sistema robótico que incluye al menos un procesador de planificación de movimiento y al menos un robot, el al menos un robot que tiene al menos un apéndice, el al menos un apéndice que tiene al menos una articulación y al menos un al menos un efector final, el al menos un efector final que incluye al menos uno de un cepillo o una boquilla. El método 2900 de funcionamiento en un sistema robótico de pintura comienza en 2902.
35

En 2904, el sistema 200 recibe información que representa una posición y orientación respectivas del efector final con respecto a una estructura.

En 2906, el sistema 200 determina al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice del al menos un robot que mueve el al menos un apéndice de una primera pose a una segunda pose sin colisiones, en la segunda pose el primer efector final en una posición y una orientación para depositar un material sobre al menos una parte de la estructura.
40

En 2908, el sistema 200 hace que al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos un apéndice desde la primera pose a la segunda pose sin colisiones.

El método 2900 de funcionamiento en un sistema robótico de pintura concluye en 2910.

La figura 30 es un diagrama de flujo que muestra un método 3000 de funcionamiento en un sistema robótico con respecto a la inspección de líneas, según una realización ilustrada. El método 3000 de funcionamiento está en un sistema robótico para realizar una inspección de línea, el sistema robótico que incluye al menos un robot que transporta al menos un sensor. El método 3000 de funcionamiento en un sistema robótico con respecto a la inspección de líneas comienza en 3002.
45

En 3004, el sistema 200 genera al menos un primer plan de movimiento para un primer robot del al menos un robot, moviendo el primer plan de movimiento al menos una parte del primer robot entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva con respecto a una primera línea a inspeccionar para detectar al menos una característica física de la línea.
50

En 3006, el sistema 200 hace que al menos una parte del primer robot se mueva según el primer plan de movimiento.

En 3008, el sistema 200 captura sucesivamente información que representa al menos una característica física de la primera línea en al menos una de la primera pose, la segunda pose o una pose intermedia entre la primera y la segunda pose.

El método 3000 de funcionamiento en un sistema robótico en cuanto a inspección de líneas concluye en 3010.

- 5 La figura 31 es un diagrama de flujo que muestra un método 3100 de funcionamiento en un sistema robótico con respecto a la inspección de líneas útiles en el método de la figura 30, según una realización ilustrada. El método 3100 de funcionamiento está en un sistema robótico para realizar una inspección de línea, el sistema robótico que incluye al menos un robot que transporta al menos un sensor en el que el primer robot es un robot autopropulsado. El método 3100 de funcionamiento en un sistema robótico con respecto a la inspección de líneas útiles en el método de la figura 30 comienza en 3102.

En 3104, el sistema 200 genera al menos un cuarto plan de movimiento para el robot autopropulsado que especifica una trayectoria para el robot autopropulsado entre la primera línea y la segunda línea.

En 3106, el sistema 200 hace que el robot autopropulsado atraviese la trayectoria definida por el cuarto plan de movimiento.

- 15 En 3108, el sistema 200 posteriormente hace que el segundo apéndice se mueva a lo largo de la trayectoria definida por el tercer plan de movimiento.

El método 3100 de funcionamiento en un sistema robótico con respecto a la inspección de líneas útil en el método de la figura 30 concluye en 3110.

- 20 La figura 32 es un diagrama de flujo que muestra un método 3200 de funcionamiento en un sistema robótico relacionado con la recogida de frutas, según una realización ilustrada. El método 3200 de funcionamiento está en un sistema robótico para recolectar fruta, el sistema robótico que incluye al menos un primer apéndice, el primer apéndice móvil dentro de un primer volumen operativo, el primer apéndice que transporta un efector final respectivo. El método 3200 de funcionamiento en un sistema robótico relacionado con la recogida de frutas comienza en 3202.

- 25 En 3204, el sistema 200 genera al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice que mueve el primer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones, la primera pose que ubica una parte del primer apéndice con respecto a una rama que transporta una o más piezas de fruta y la segunda pose que ubica el efector final transportado por el primer apéndice para acoplar físicamente una de las piezas de fruta para mover una de las piezas de fruta de la rama.

En 3206, el sistema 200 hace que el primer apéndice se mueva según el primer plan de movimiento.

- 30 El método 3200 de funcionamiento en un sistema robótico respecto a la recogida de frutas concluye en 3208.

La figura 33 es un diagrama de flujo que muestra un método 3300 de funcionamiento en un sistema robótico para interactuar con plantas, según una realización ilustrada. El método 3300 de funcionamiento está en un sistema robótico para interactuar con plantas, el sistema robótico que incluye al menos un primer apéndice, el primer apéndice móvil dentro de un primer volumen operativo, el primer apéndice que transporta al menos un sensor. El método 3300 de funcionamiento en un sistema robótico para interactuar con plantas comienza en 3302.

- 35 En 3304, el sistema 200 genera al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice que mueve el primer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones, la primera pose que ubica una parte de la primer apéndice con respecto a una rama portadora de una o más frutas y la segunda pose que ubica al al menos un sensor transportado por el primer apéndice con respecto a al menos una parte de al menos una planta.

En 3306, el sistema 200 hace que el primer apéndice se mueva según el primer plan de movimiento.

En 3308, el sistema 200 recibe información a través del al menos un sensor.

El método 3300 de funcionamiento en un sistema robótico para interactuar con plantas concluye en 3310.

- 45 La figura 34 es un diagrama de flujo que muestra un método 3400 de funcionamiento en un sistema robótico para envasar frutas en cajas, según una realización ilustrada. El método 3400 de funcionamiento está un sistema robótico para envasar frutas en cajas, el sistema robótico que incluye un primer apéndice, el primer apéndice que tiene al menos un efector final y móvil dentro de un primer volumen operativo. El método 3400 de funcionamiento en un sistema robotizado para envasar fruta en cajas se inicia en 3402.

- 50 En 3404, el sistema 200 genera al menos un primer plan de movimiento para el primer apéndice que mueve el primer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones, la segunda pose que ubica al menos un efector final transportado por el primer apéndice al menos uno por encima o dentro de una caja para colocar una pieza de fruta en la caja.

En 3406, el sistema 200 hace que el primer apéndice se mueva según el primer plan de movimiento.

El método 3400 de funcionamiento en un sistema robotizado para envasar frutas en cajas concluye en 3408.

La figura 35 es un diagrama de flujo que muestra un método 3500 de funcionamiento en un sistema robótico para realizar acciones en un entorno poblado por humanos, según una realización ilustrada. El método 3500 de funcionamiento está en un sistema robótico para realizar acciones en un entorno poblado por humanos, el sistema robótico que incluye un primer apéndice y al menos un segundo apéndice, el primer y el segundo apéndices móviles dentro de un primer volumen operativo y de un segundo operativo volumen, respectivamente, al menos una parte del segundo volumen operativo se superpone con al menos una parte del primer volumen operativo de manera que los apéndices primero y segundo son capaces de colisionar físicamente entre sí. El método 3500 de funcionamiento en un sistema robótico para realizar acciones en un ambiente poblado por humanos comienza en 3502.

En 3504, el sistema 200 genera al menos un primer plan de movimiento para un primer apéndice que mueve el primer apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del primer volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices, la segunda pose ubica una parte del primer apéndice para interactuar con al menos un objeto en el entorno.

En 3506, el sistema 200 genera al menos un segundo plan de movimiento para un segundo apéndice que mueve el segundo apéndice entre al menos una primera pose respectiva y una segunda pose respectiva dentro del segundo volumen operativo sin colisiones al menos entre el primer y el segundo apéndices.

En 3508, el sistema 200 hace que el primer apéndice se mueva según el primer plan de movimiento.

En 3510, el sistema 200 hace que el segundo apéndice se mueva según el segundo plan de movimiento.

El método 3500 de funcionamiento en un sistema robótico para realizar acciones en un entorno poblado por humanos concluye en 3512.

La figura 36 es un diagrama de flujo que muestra un método 3600 de funcionamiento en un sistema robótico para realizar acciones en un entorno poblado por humanos útiles en el método de la figura 35, según una realización ilustrada. El método 3600 de funcionamiento está en un sistema robótico para realizar acciones en un entorno poblado por humanos, el sistema robótico que incluye un primer apéndice y al menos un segundo apéndice, el primer y el segundo apéndices móviles dentro de un primer volumen operativo y un segundo operativo volumen, respectivamente, al menos una parte del segundo volumen operativo se superpone con al menos una parte del primer volumen operativo de manera que los apéndices primero y segundo son capaces de colisionar físicamente entre sí en donde el sistema robótico incluye al menos un sensor. El método 3600 de funcionamiento en un sistema robótico para realizar acciones en un entorno poblado por humanos útil en el método de la figura 35 comienza en 3602.

En 3604, el sistema 200 captura sucesivamente información que representa al menos uno de los volúmenes operativos de espacio en el que funciona al menos uno del primer o segundo apéndice.

En 3606, el sistema 200 determina sucesivamente un número de planes de movimiento sucesivos basándose al menos en parte en la información capturada.

En 3608, el sistema 200 hace sucesivamente que al menos uno del primer o segundo apéndice se mueva a cada una de una pluralidad de poses sucesivas según una pose actual del plan de movimiento.

El método 3600 de funcionamiento en un sistema robótico para realizar acciones en un entorno poblado por humanos útil en el método de la figura 35 concluye en 3610.

La descripción detallada anterior ha expuesto varias realizaciones de los dispositivos y/o procesos mediante el uso de diagramas de bloques, esquemas y ejemplos. En la medida en que dichos diagramas de bloques, esquemas y ejemplos contengan una o más funciones y/u operaciones, los expertos en la materia entenderán que cada función y/u operación dentro de dichos diagramas de bloques, diagramas de flujo o ejemplos puede implementarse, individual y/o colectivamente, por una amplia gama de hardware, software, firmware o prácticamente cualquier combinación de los mismos. En una realización, el presente objetivo puede implementarse a través de circuitos booleanos, circuitos integrados específicos de aplicación (ASIC) y/o FPGA. Sin embargo, los expertos en la técnica reconocerán que las realizaciones descritas en la presente memoria, en su totalidad o en parte, se pueden implementar en varias implementaciones diferentes en circuitos integrados estándar, como uno o más programas informáticos que se ejecutan en uno o más ordenadores (por ejemplo, tal como uno o más programas que se ejecutan en uno o más sistemas informáticos), tal como uno o más programas que se ejecutan en uno o más controladores (por ejemplo, microcontroladores), tal como uno o más programas que se ejecutan en uno o más procesadores (por ejemplo, microprocesadores), tal como firmware o como virtualmente cualquier combinación de los mismos, y que el diseño de los circuitos y/o la escritura del código para el software y/o el firmware estaría dentro de los conocimientos de un experto normal en la técnica a la luz de esta descripción.

Los expertos en la técnica reconocerán que muchos de los métodos o algoritmos establecidos en este documento

pueden emplear acciones adicionales, pueden omitir algunas acciones y/o pueden ejecutar acciones en un orden diferente al especificado.

Además, los expertos en la técnica apreciarán que los mecanismos que se enseñan en este documento pueden distribuirse como un producto de programa en una variedad de formas, y que una realización ilustrativa se aplica igualmente independientemente del tipo particular de medios portadores de señales utilizados para realmente llevar a cabo la distribución. Los ejemplos de medios portadores de señales incluyen, pero no se limitan a, los siguientes: medios de tipo grabable tales como unidades de disco duro, CD ROM y memoria de ordenador.

Las diversas realizaciones descritas anteriormente pueden combinarse para proporcionar realizaciones adicionales. Todas las publicaciones de solicitudes de patentes de EE. UU. comúnmente asignadas, solicitudes de patentes de EE. UU., patentes extranjeras y solicitudes de patentes extranjeras a las que se hace referencia en esta especificación y/o enumeradas en la hoja de datos de la solicitud, incluidas, entre otras, la solicitud de patente internacional No. PCT/US2017/036880, presentada el 9 de junio de 2017 titulada "MOTION PLANNING FOR AUTONOMOUS VEHICLES AND RECONFIGURABLE MOTION PLANNING PROCESSORS, y la publicación de solicitud de patente internacional No. WO 016/122840, presentada el 5 de enero de 2016, titulada "SPECIALIZED ROBOT MOTION PLANNING HARDWARE AND METHODS OF MAKING AND USING SAME". Estos y otros cambios se pueden realizar en las realizaciones a la luz de la descripción detallada anterior. En general, en las siguientes reivindicaciones, los términos utilizados no deben interpretarse para limitar las reivindicaciones a las realizaciones específicas descritas en la memoria descriptiva y las reivindicaciones, sino que deben interpretarse para incluir todas las realizaciones posibles junto con el alcance completo de los equivalentes a los que tales las reclamaciones tienen derecho. En consecuencia, las reivindicaciones no están limitadas por la descripción.

REIVINDICACIONES

1. Un método de funcionamiento en un sistema robótico en una línea de ensamblaje que incluye al menos un transportador que transporta una pluralidad de objetos que se ensamblan a lo largo de una línea de ensamblaje, el sistema robótico que incluye al menos un procesador (212a) de planificación de movimiento y al menos un robot (102),
5 el al menos un robot que tiene al menos un apéndice (106, 108), el al menos un apéndice que tiene al menos una articulación y al menos un efector final, el método que comprende:

en un tiempo de ejecución, cambiar dinámicamente entre múltiples gráficos (400) de planificación de movimiento que están almacenados en la memoria (284) interna o externa del chip, los gráficos de planificación de movimiento que se definieron antes del tiempo de ejecución junto con los respectivos volúmenes (302) barridos para cada borde (410a-410k)
10 de los gráficos de planificación de movimiento, los volúmenes barridos que representan un volumen respectivo barrido por el al menos un apéndice del al menos un robot al implementar una transición representada por el borde respectivo;

para cada uno de los objetos que se ensamblan, recibir información que representa una posición y orientación respectivas del objeto respectivo;

procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para
15 determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice del al menos un robot que mueve el al menos un apéndice de una primera pose a una segunda pose sin colisiones, la segunda pose que es una posición definida y una orientación definida de una parte del al menos un apéndice con respecto a uno de los objetos que se ensamblan; y

hacer que el al menos un robot ejecute al menos uno de los planes de movimiento determinados moviendo el al menos
20 un apéndice desde la primera pose a la segunda pose sin colisiones.
2. El método de la reivindicación 1, en donde procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice del al menos un robot incluye un plan de movimiento que mueve el al menos un apéndice de la primera pose a la segunda pose pasando por al menos una tercera pose todo sin colisiones, la tercera pose que es una posición
25 definida y una orientación definida con respecto a una pieza a ensamblar sobre uno de los objetos que se ensamblan.
3. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en donde el al menos un robot incluye una base que está en una posición fija y los objetos que se ensamblan se mueven con respecto a la base, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice incluye procesar para tener en cuenta tanto un movimiento del transportador
30 como un movimiento del respectivo objeto a ensamblar con respecto al transportador.
4. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en donde el al menos un robot incluye una base que se mueve en secuencia y en paralelo con el movimiento de los objetos que se ensamblan y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice incluye procesar para tener en cuenta tanto un movimiento del transportador
35 como un movimiento del respectivo objeto a ensamblar con respecto al transportador.
5. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en donde el al menos un apéndice se puede acoplar de forma extraíble a al menos una parte móvil del transportador, a un accesorio transportado por una parte del transportador o a los objetos a ensamblar para moverse a lo largo del mismo, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice incluye procesar para tener en cuenta un movimiento del respectivo objeto a ensamblar con
40 respecto al transportador.
6. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice incluye procesar para determinar un plan de movimiento para un primer apéndice del al menos un apéndice para acoplar de forma desmontable un segundo apéndice del al menos un apéndice a al menos uno de: una parte móvil del transportador, un accesorio transportado por la parte móvil del transportador, o el objeto ensamblado y transportado por la parte móvil del transportador.
7. El método de la reivindicación 6, en donde procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice incluye procesar para determinar un plan de movimiento para el primer apéndice del al menos un apéndice
50 para desacoplar el segundo apéndice del al menos un apéndice de al menos uno de: la parte móvil del transportador, el accesorio transportado por la parte móvil del transportador, o el objeto que se ensambla y transporta por la parte móvil del transportador.
8. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice incluye procesar para determinar un plan de movimiento para un primer apéndice del al menos un

apéndice para desacoplar un segundo apéndice del al menos un apéndice de al menos uno de: una parte móvil del transportador, un accesorio transportado por la parte móvil del transportador, o el objeto que se ensambla y transportado por la parte móvil del transportador.

- 5 9. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en donde recibir información que representa una posición y orientación respectivas del objeto respectivo incluye recibir información de la imagen de captura de al menos una cámara transportada por el al menos un apéndice.
- 10 10. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en donde el al menos un apéndice incluye un primer apéndice y al menos un segundo apéndice, el segundo apéndice se puede mover por separado del primer apéndice, y procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice incluye procesar por la pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el primer apéndice, y comprende además información de la imagen de captura de al menos una cámara transportada por el segundo apéndice, en donde recibir información que representa una posición y orientación respectivas del objeto respectivo incluye recibir la información de al menos una cámara transportada por el segundo apéndice.
- 15 11. El método de la reivindicación 10, que comprende además:
procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el segundo apéndice que transporta la al menos una cámara entre al menos dos poses diferentes sin colisiones.
- 20 12. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en donde el al menos un robot incluye uno o más cables externos, y el procesamiento por una pluralidad de circuitos lógicos del procesador de planificación de movimiento incluye procesar por una pluralidad de circuitos lógicos por el procesador de planificación de movimiento para producir un plan de movimiento donde se modela al menos una parte de uno o más cables externos que son parte del al menos un robot.
- 25 13. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en donde el al menos un robot incluye uno o más cables externos, y el procesamiento por una pluralidad de circuitos lógicos del procesador de planificación de movimiento incluye procesar por una pluralidad de circuitos lógicos por el procesador de planificación de movimiento para producir un plan de movimiento donde se modela al menos una parte de uno o más cables externos que son parte del al menos un robot que incluye una representación de una flexibilidad relativa del cable respectivo.
- 30 14. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en donde el procesamiento por una pluralidad de circuitos lógicos del procesador de planificación de movimiento incluye procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del procesador de planificación de movimiento para producir un plan de movimiento basándose en una posición futura y una orientación futura predichas de uno dado de los objetos que se ensamblan.
- 35 15. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en donde el sistema robótico comprende un conjunto de efectores finales que se pueden acoplar de forma intercambiable y desmontable a uno mismo del al menos un apéndice, y el procesamiento por una pluralidad de circuitos lógicos del procesador de planificación de movimiento incluye procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del procesador de planificación de movimiento para producir un plan de movimiento basándose en uno dado de los efectores finales que está o estará acoplado al apéndice.
- 40 16. El método de la reivindicación 15, en donde al menos algunos de los efectores finales son herramientas de extremo de brazo seleccionadas entre un cabezal de soldadura, una remachadora, un taladro, una fresadora, un escariador o un destornillador.
- 45 17. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en donde el sistema robótico comprende un conjunto de efectores finales que se pueden acoplar de forma intercambiable y desmontable a uno mismo del al menos un apéndice, y el procesamiento por una pluralidad de circuitos lógicos del procesador de planificación de movimiento incluye procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del procesador de planificación de movimiento para producir un plan de movimiento que mueve un primer apéndice del al menos un apéndice al conjunto de efectores finales para intercambiar un efector final transportado por el primer apéndice.
- 50 18. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en donde el sistema robótico comprende un primer apéndice y un segundo apéndice, y un conjunto de efectores finales que se pueden acoplar de forma intercambiable y desmontable a uno mismo del al menos un apéndice, y en donde el procesamiento por una pluralidad de circuitos lógicos del procesador de planificación de movimiento incluye procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del procesador de planificación de movimiento para producir un plan de movimiento que mueve el primer apéndice al conjunto de efectores finales para recoger uno de los efectores finales y, posteriormente, mover un extremo distal del primer apéndice hacia un extremo distal del segundo apéndice para unir al extremo distal del segundo apéndice el uno de los efectores finales recogidos por el primer apéndice.
- 55 19. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 17, en donde el sistema robótico incluye al menos un primer apéndice y un segundo apéndice, y la planificación del movimiento incluye determinar planes de movimiento para cada uno de los primeros y segundos apéndices para pasar uno de los efectores finales entre el primer y el segundo apéndices.

20. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 19, en donde el sistema robótico realiza las acciones de forma autónoma.

21. Un sistema robótico para su uso en una línea de ensamblaje que incluye al menos un transportador que transporta una pluralidad de objetos que se ensamblan a lo largo de una línea de ensamblaje, el sistema robótico que comprende:

- 5 al menos un apéndice (106, 108) robótico, el al menos un apéndice que tiene al menos una articulación y al menos un efector final;
al menos un procesador de planificación de movimiento; y
al menos un medio no transitorio legible por el procesador que almacena al menos una de las instrucciones o datos ejecutables por el procesador que, cuando se ejecutan por al menos un procesador de planificación de movimiento,
10 hacen que el al menos un procesador de planificación de movimiento:
en un tiempo de ejecución, cambie dinámicamente entre múltiples gráficos (400) de planificación de movimiento que están almacenados en la memoria (284) interna o externa del chip, los gráficos de planificación de movimiento que se definieron antes del tiempo de ejecución junto con los respectivos volúmenes (302) barridos para cada borde (410a-410k) de los gráficos de planificación de movimiento, los volúmenes barridos que representan un volumen respectivo barrido
15 por el al menos un apéndice del al menos un robot al implementar una transición representada por el borde respectivo;
para cada uno de los objetos que se ensamblan, recibir información que representa una posición y orientación respectivas del objeto respectivo; y
procesar por una pluralidad de circuitos lógicos del al menos un procesador de planificación de movimiento para determinar al menos un plan de movimiento para el al menos un apéndice del al menos un robot que mueve el al menos
20 un apéndice de una primera pose a una segunda pose sin colisiones, la segunda pose que es una posición definida y una orientación definida de una parte del al menos un apéndice con respecto a uno de los objetos que se ensamblan.

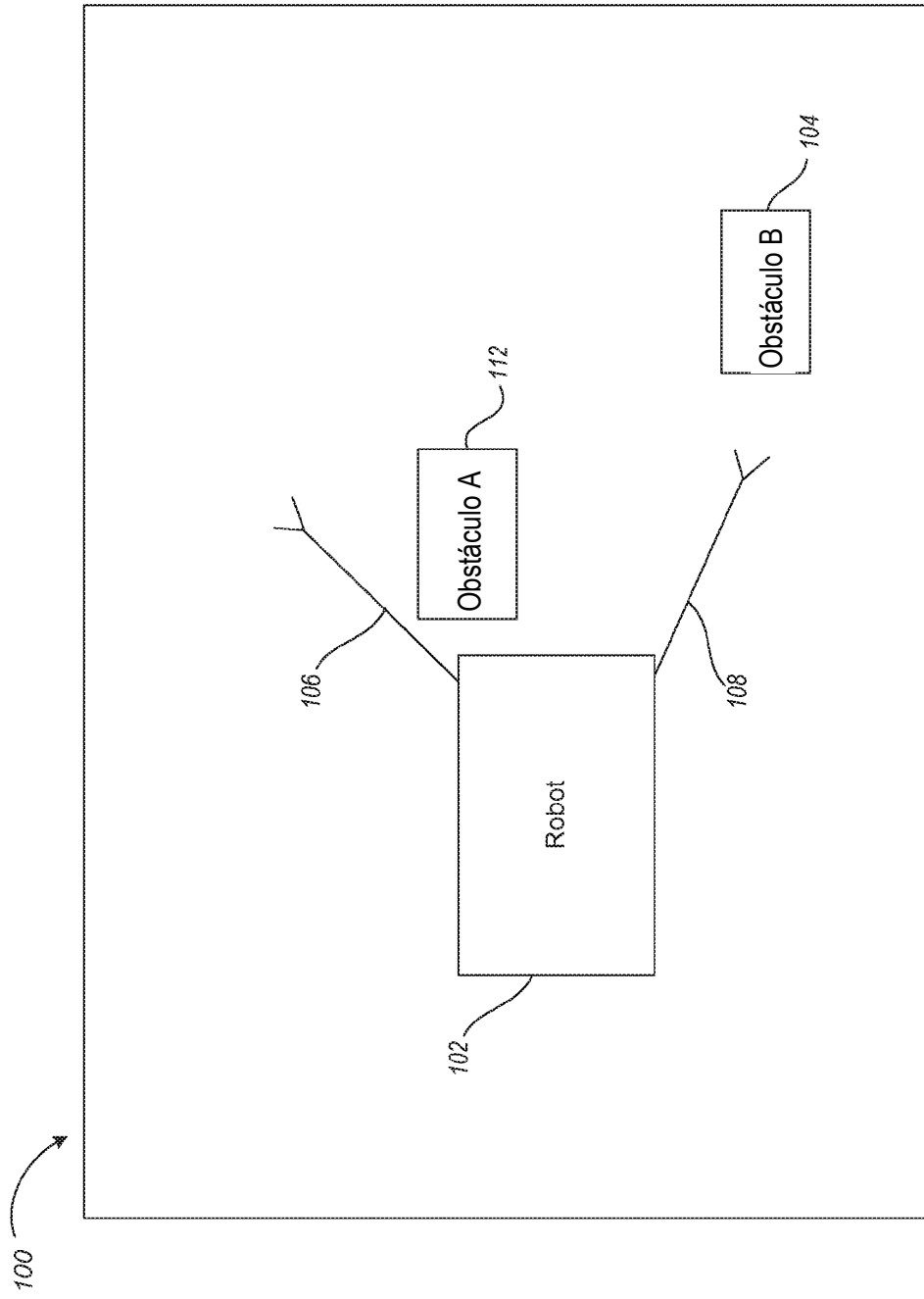


Fig. 1

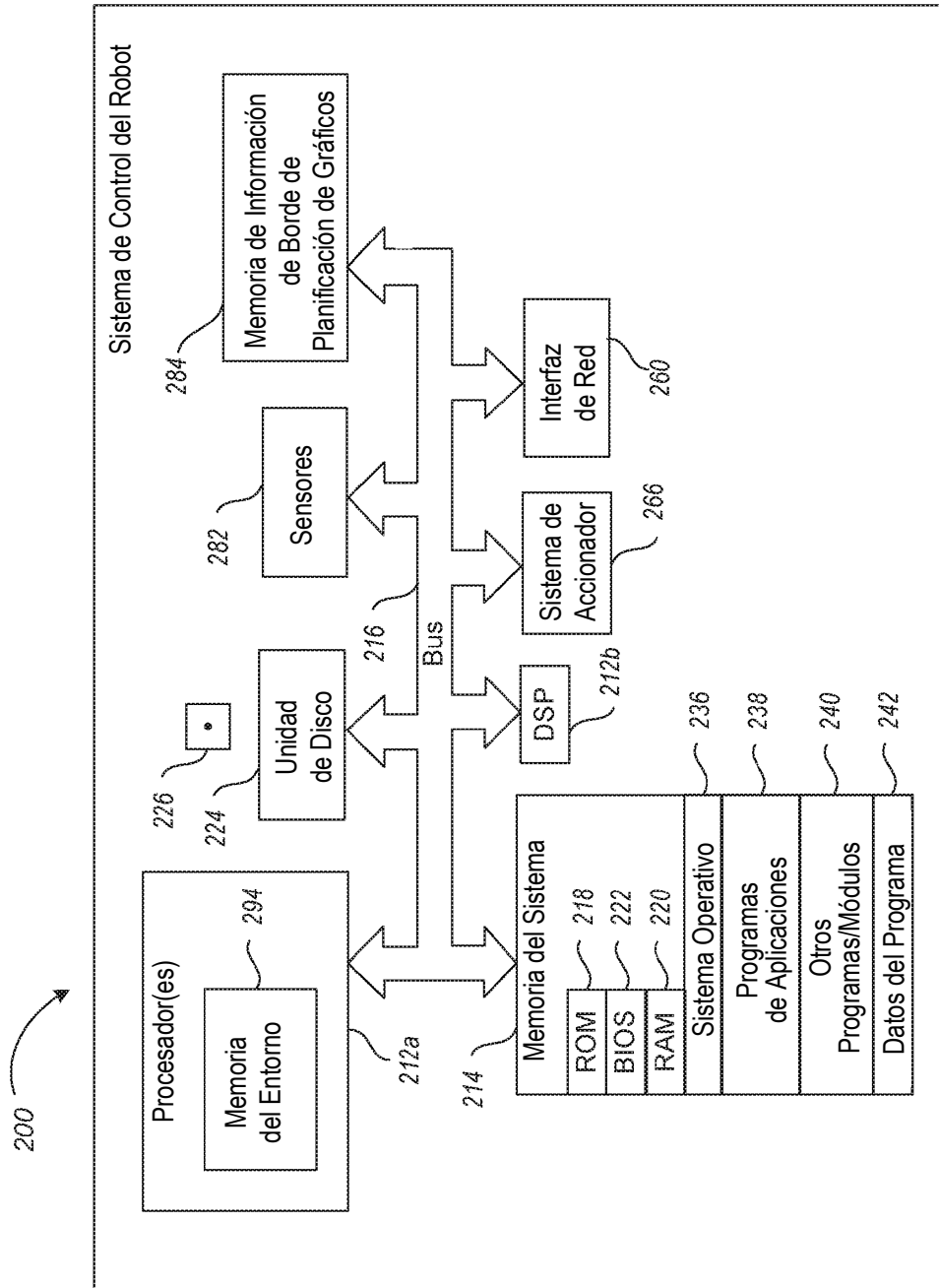


Fig. 2

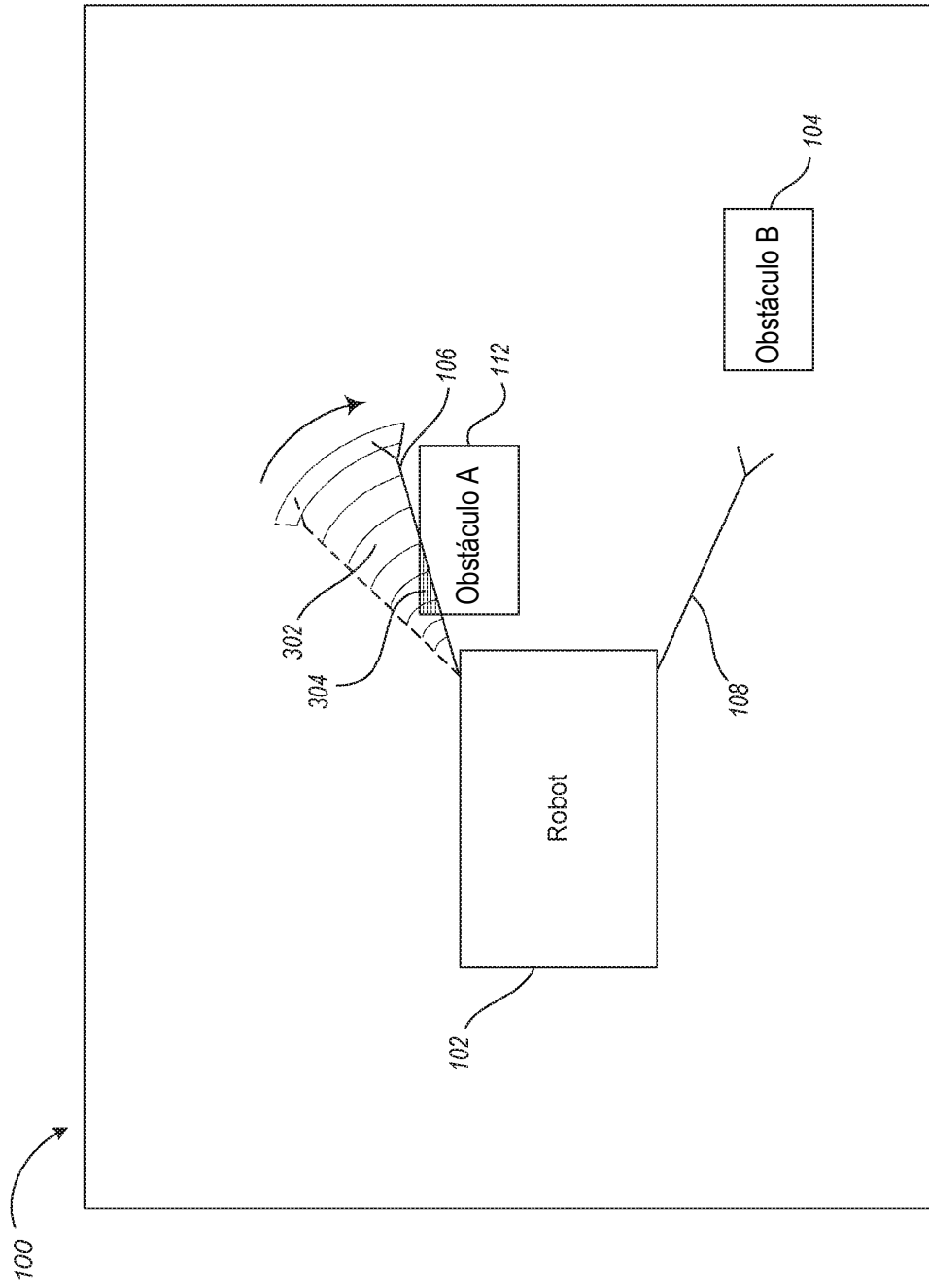


Fig. 3

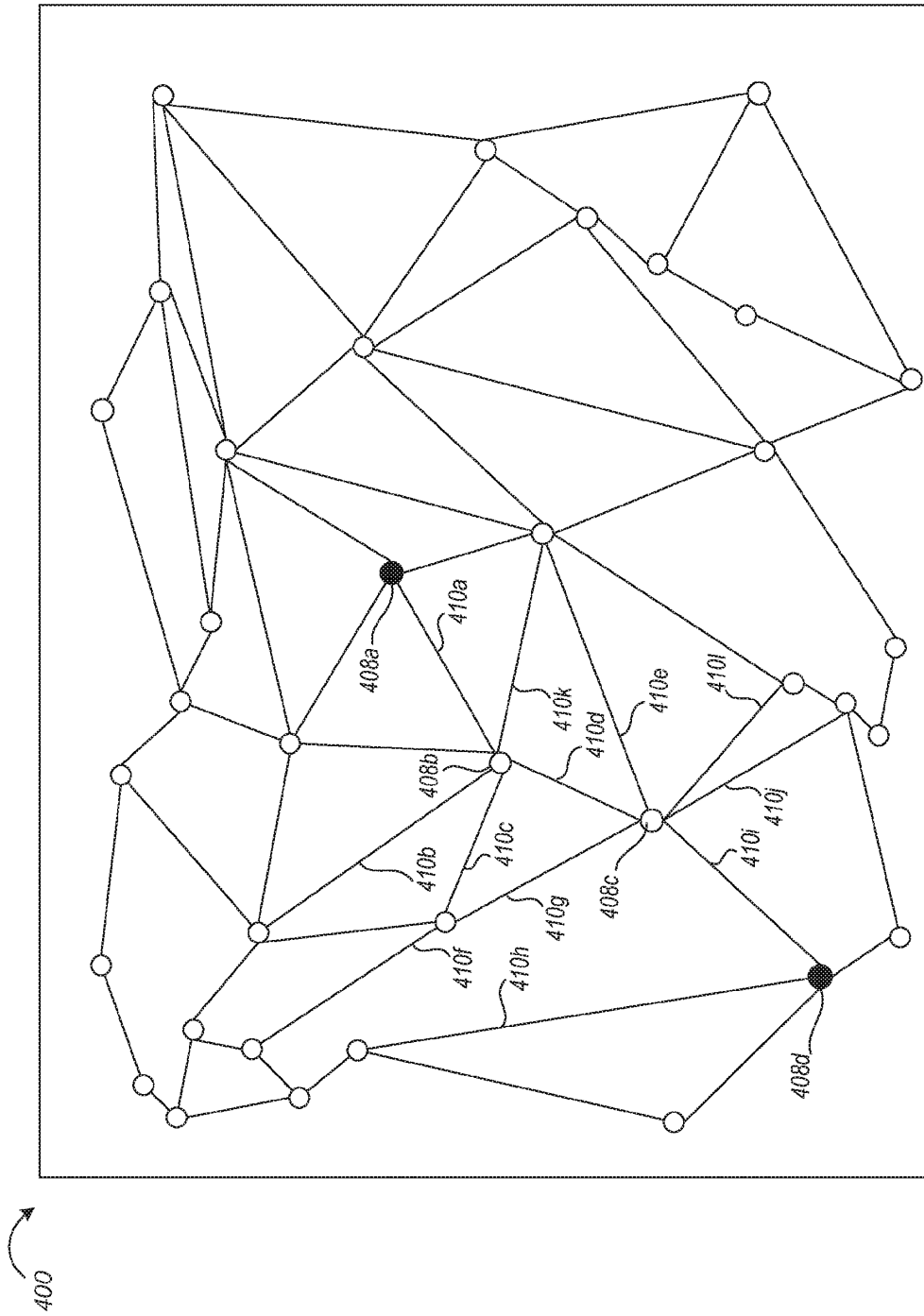


Fig. 4A

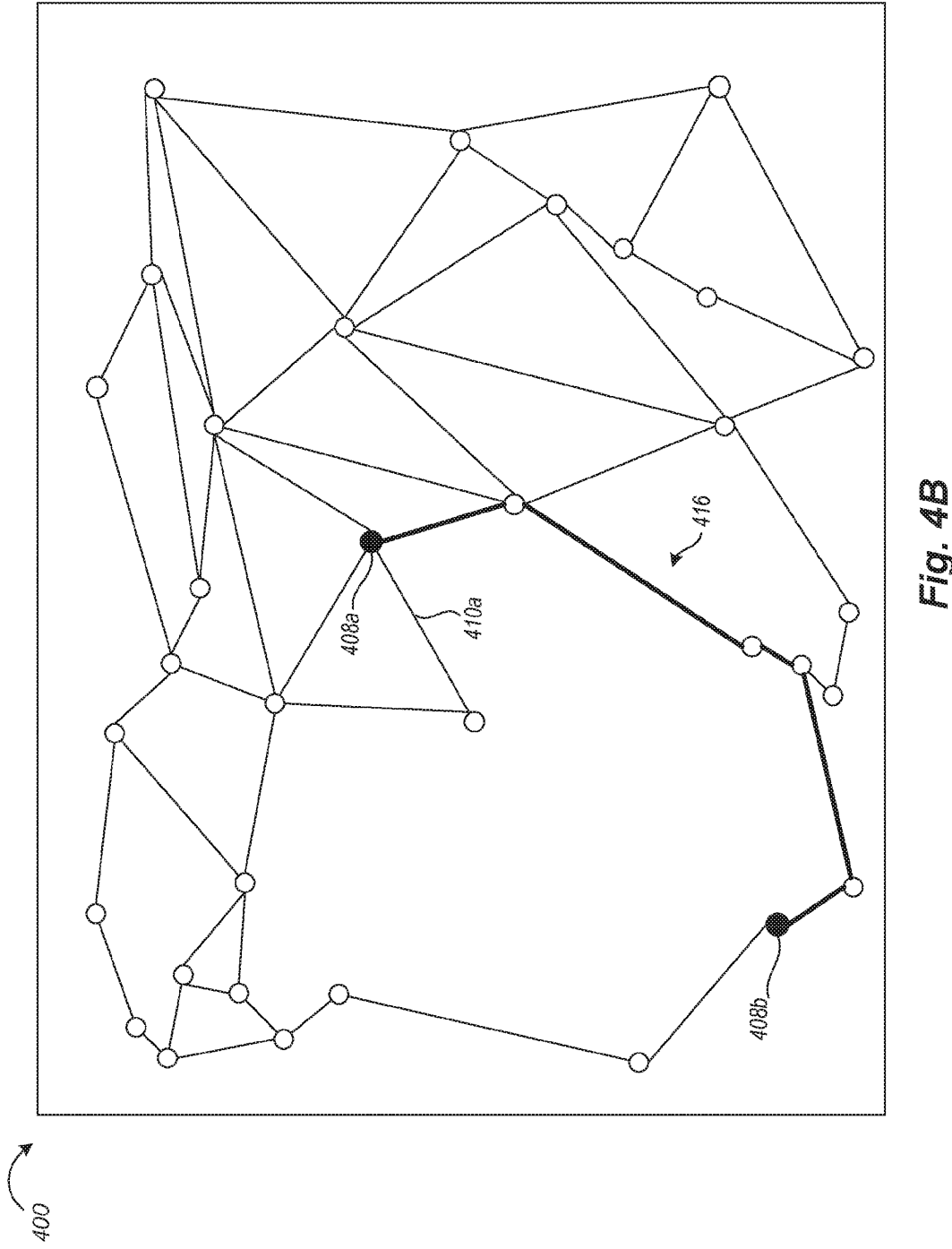


Fig. 4B

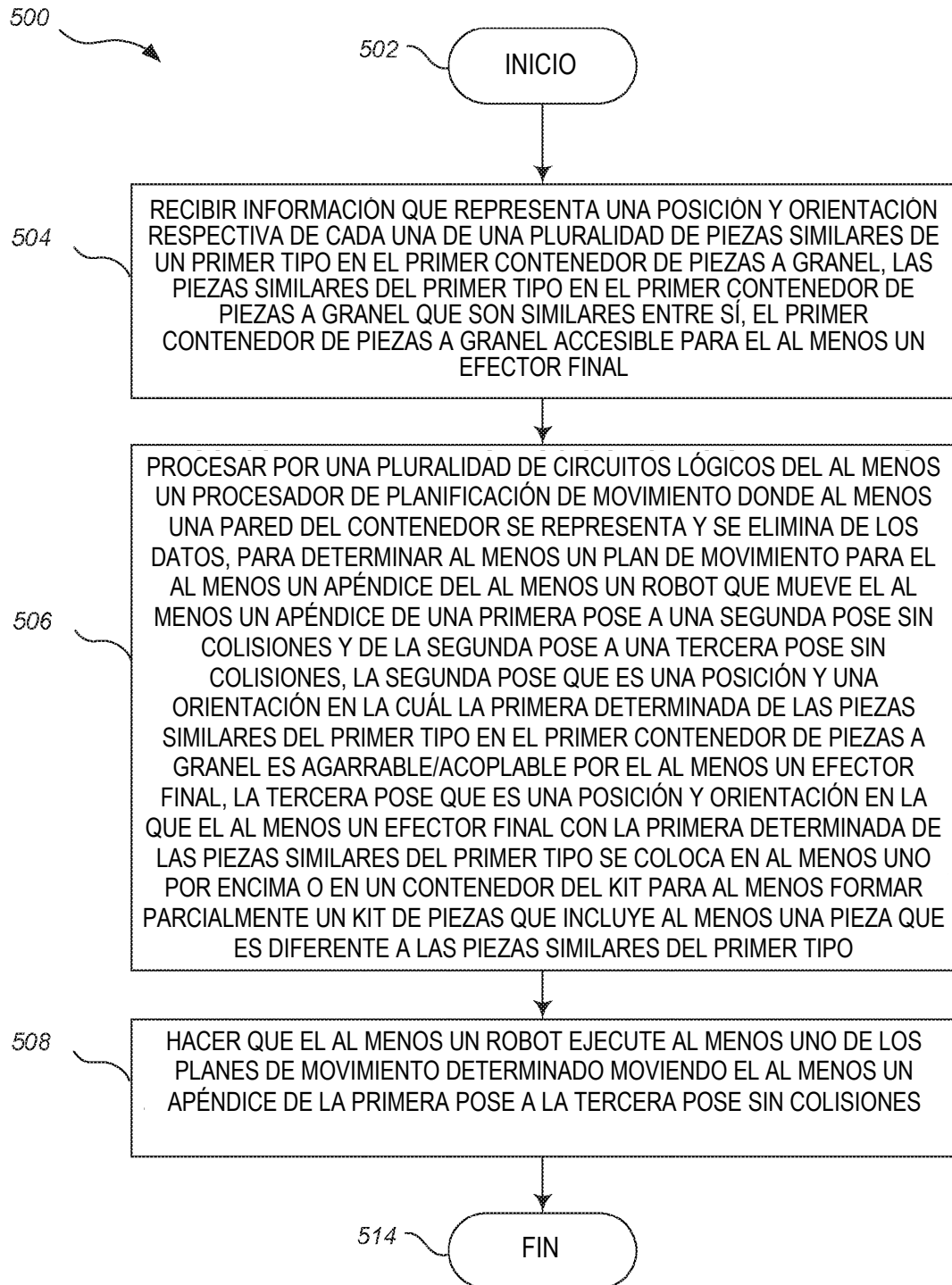
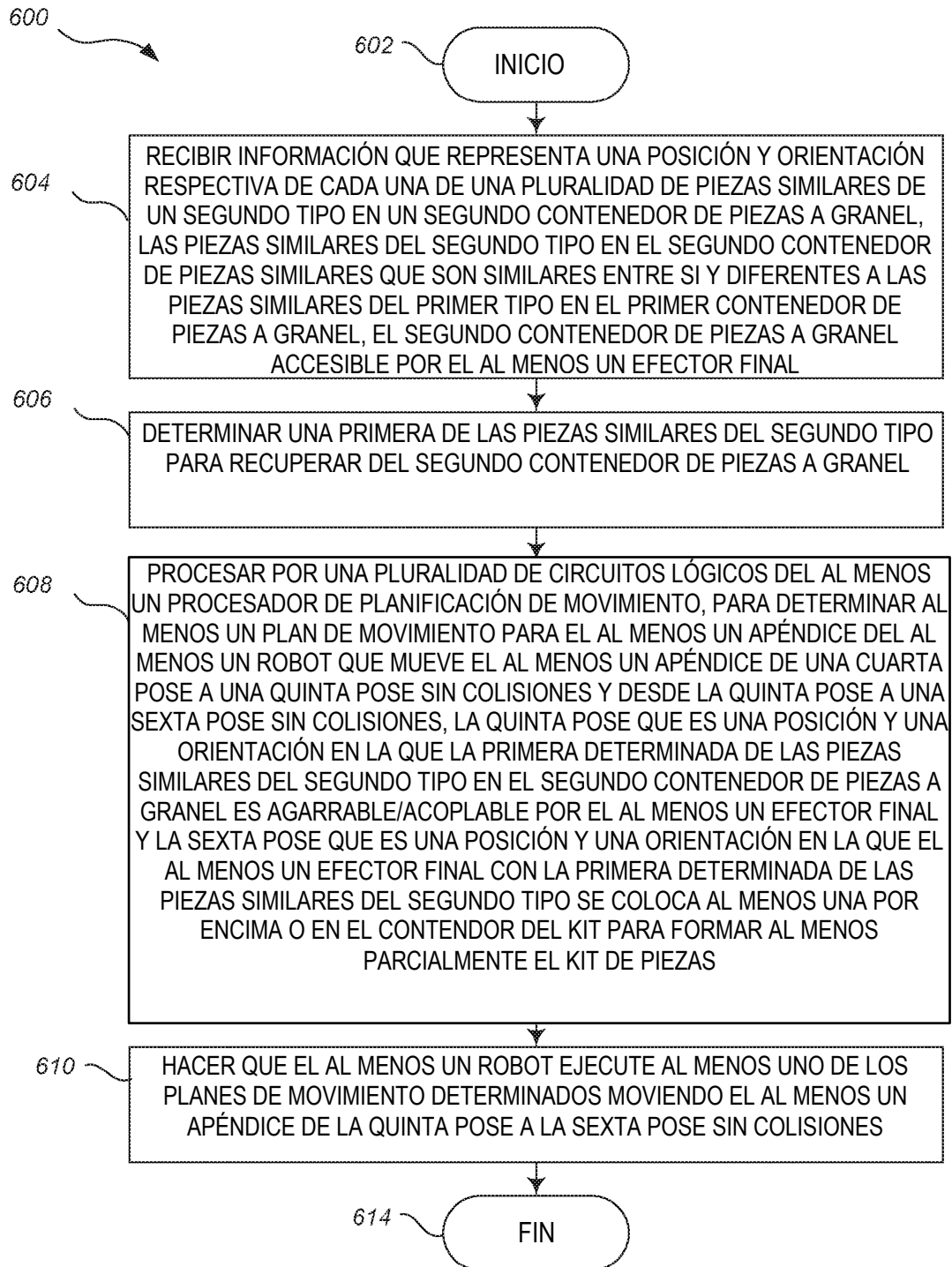
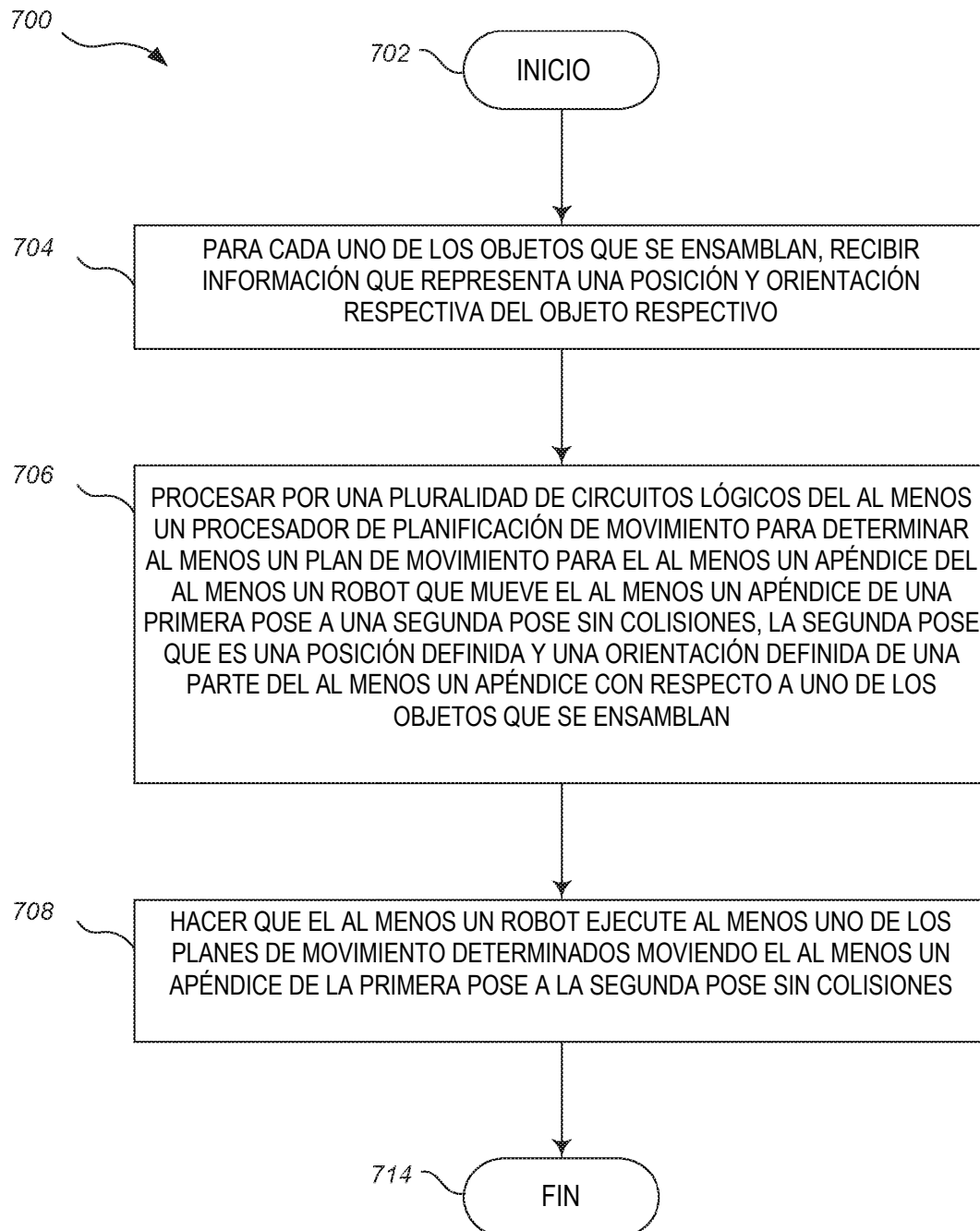
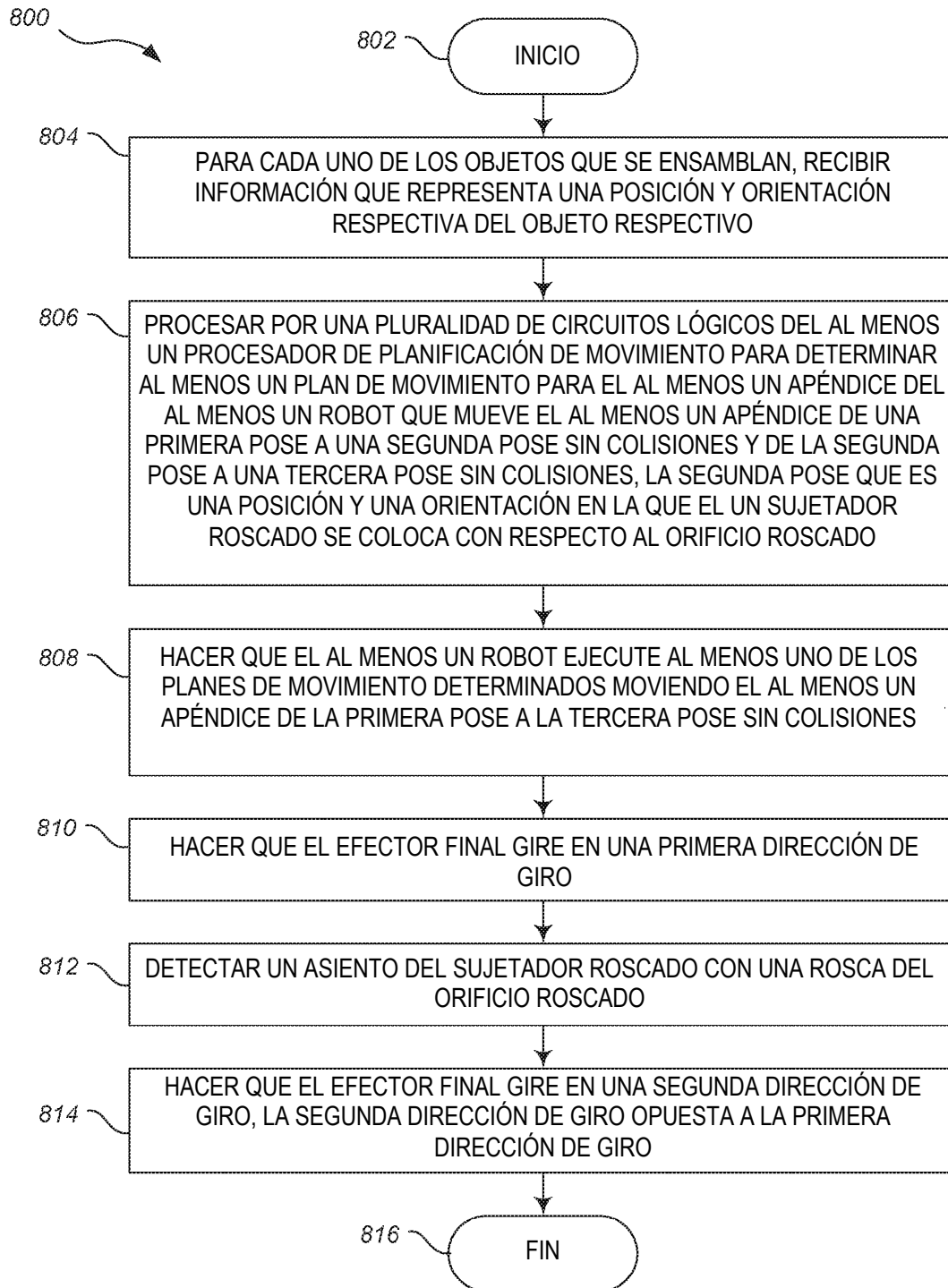


Fig. 5

**Fig. 6**

**Fig. 7**

**Fig. 8**

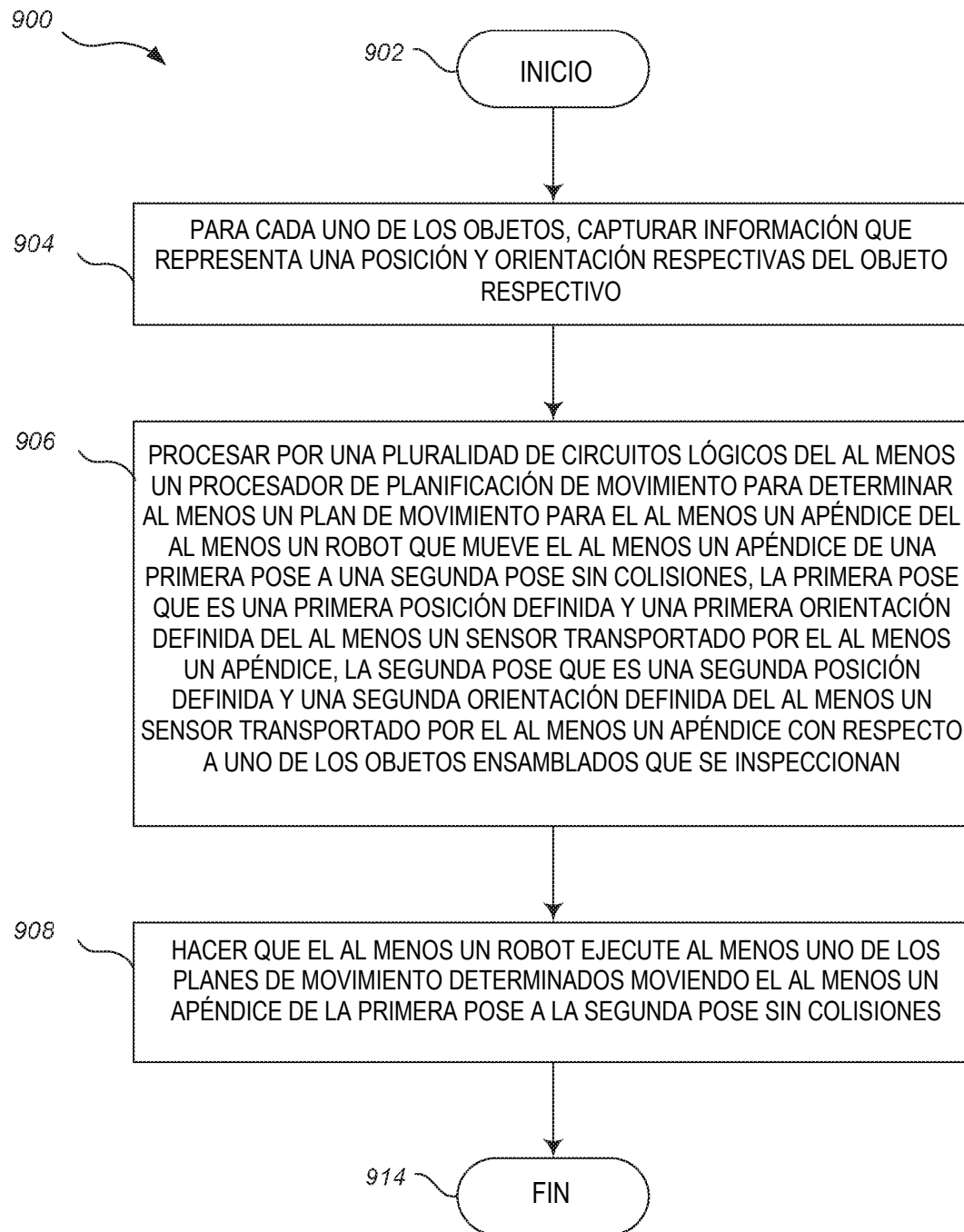


Fig. 9

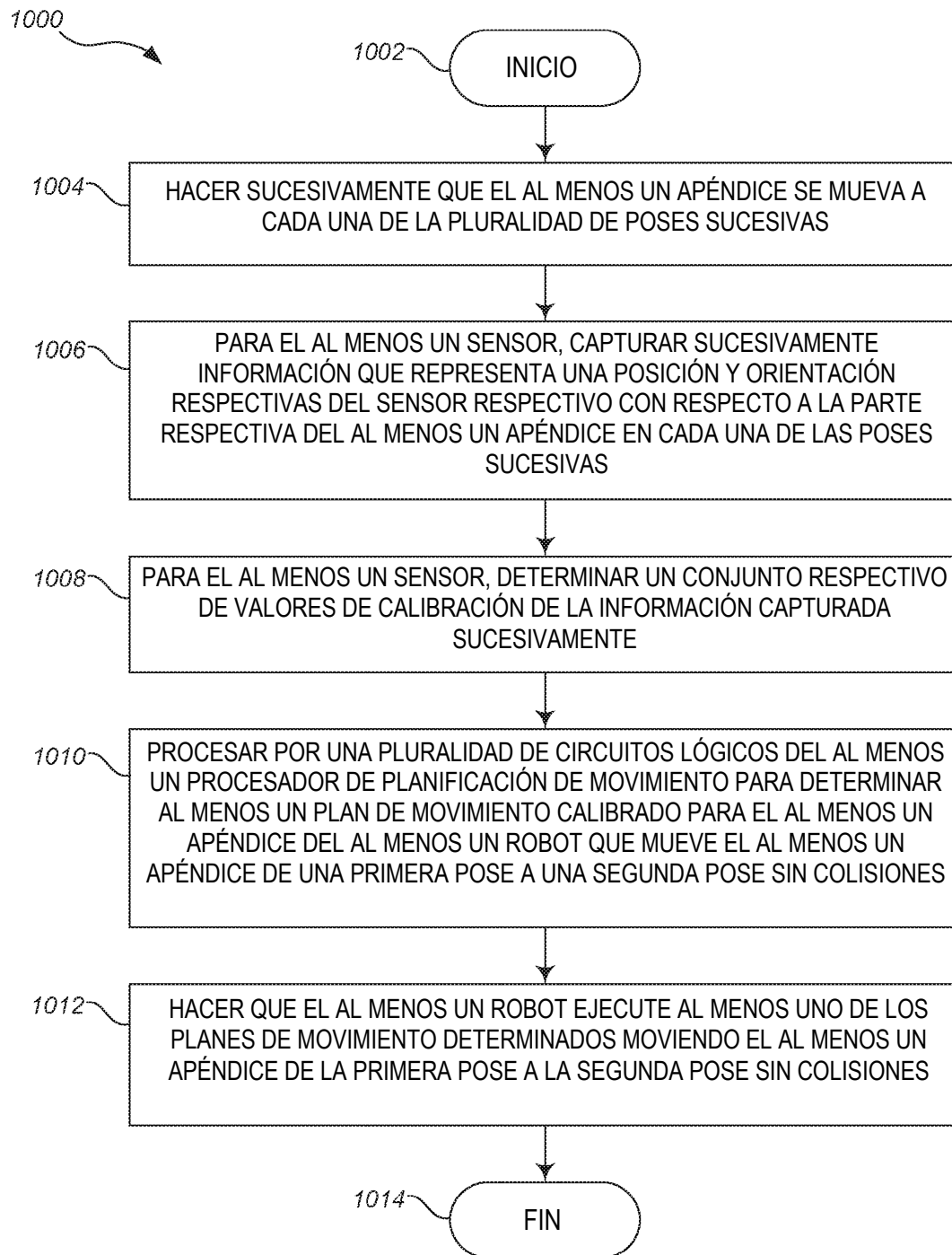
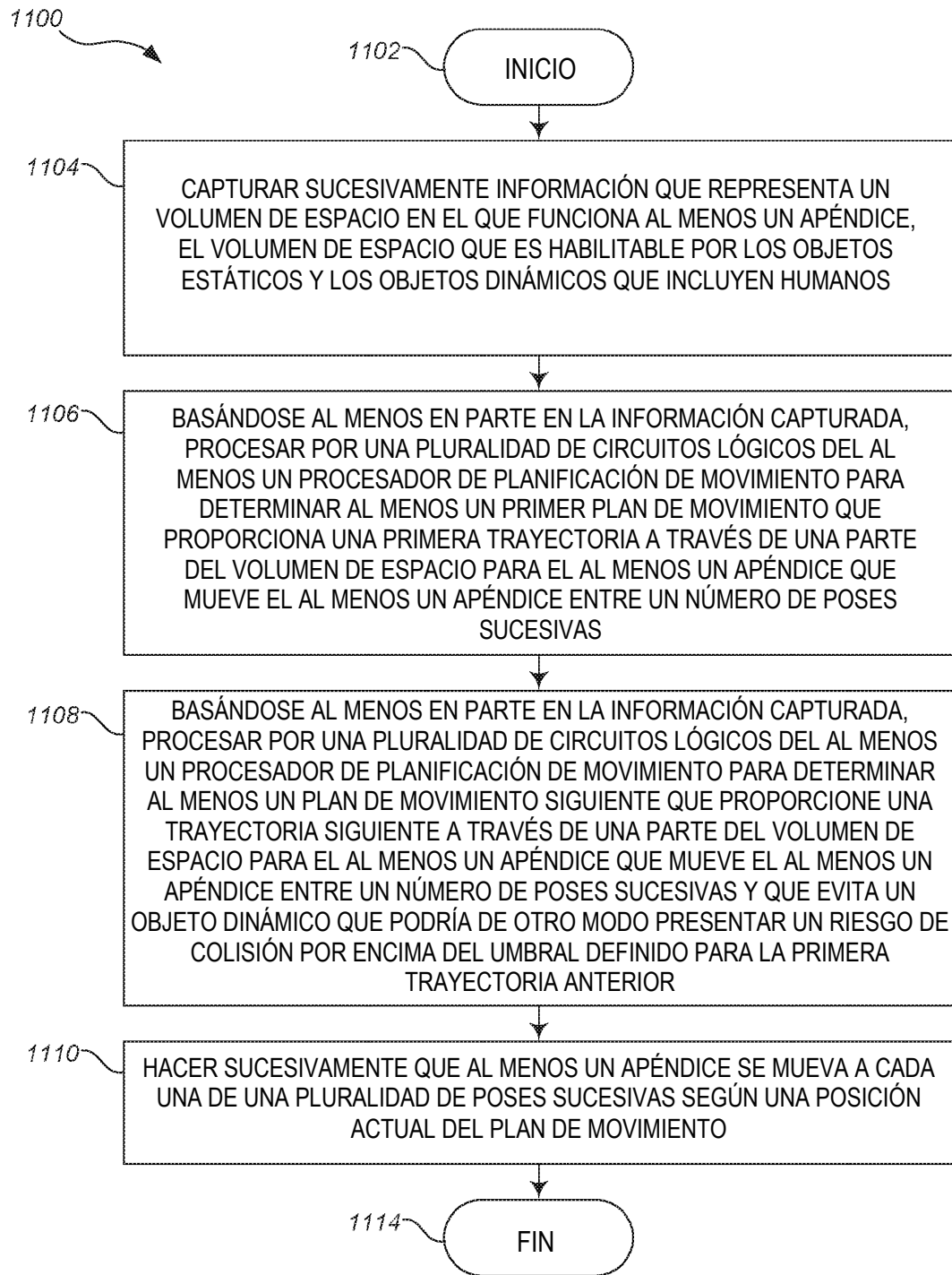


Fig. 10

**Fig. 11**

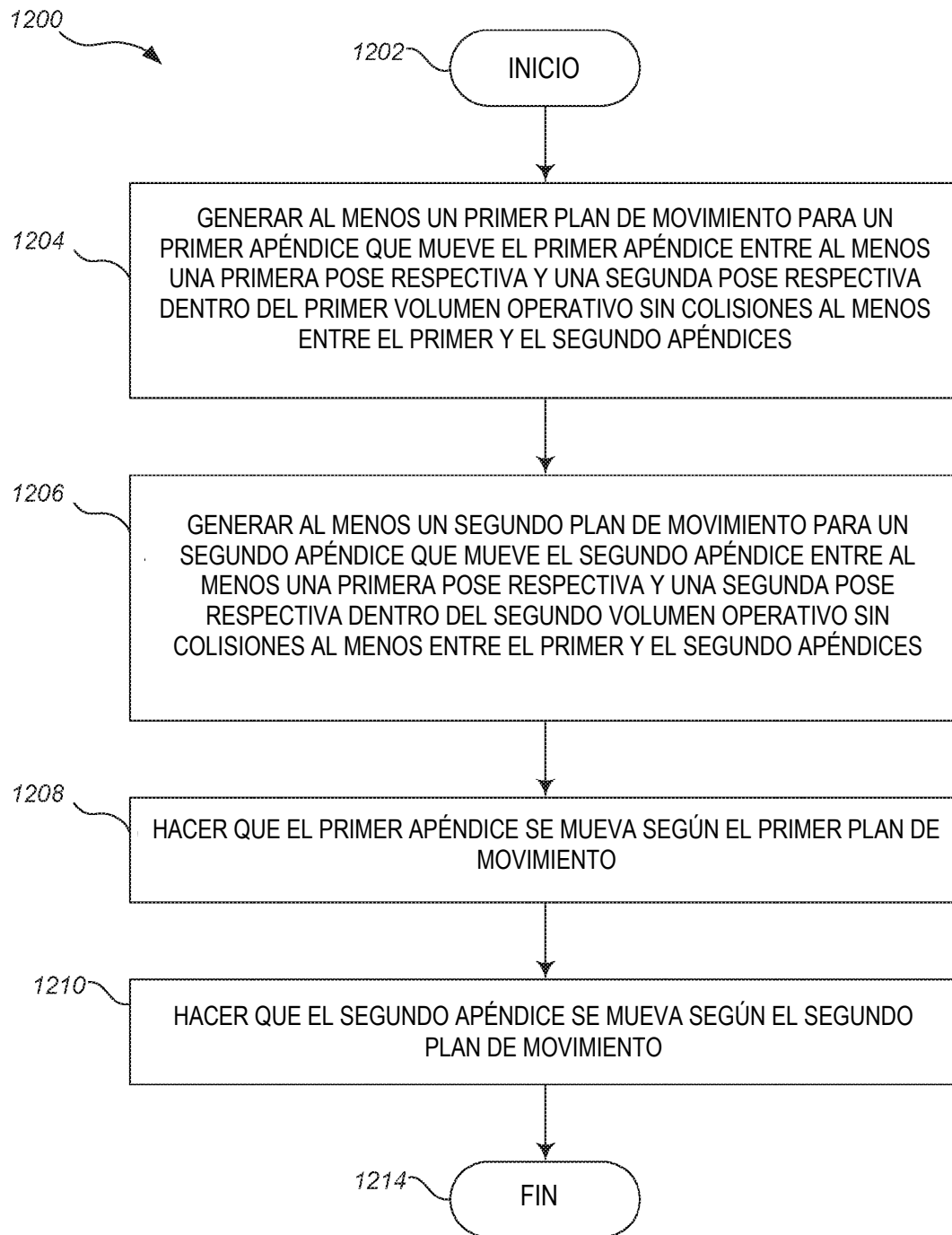
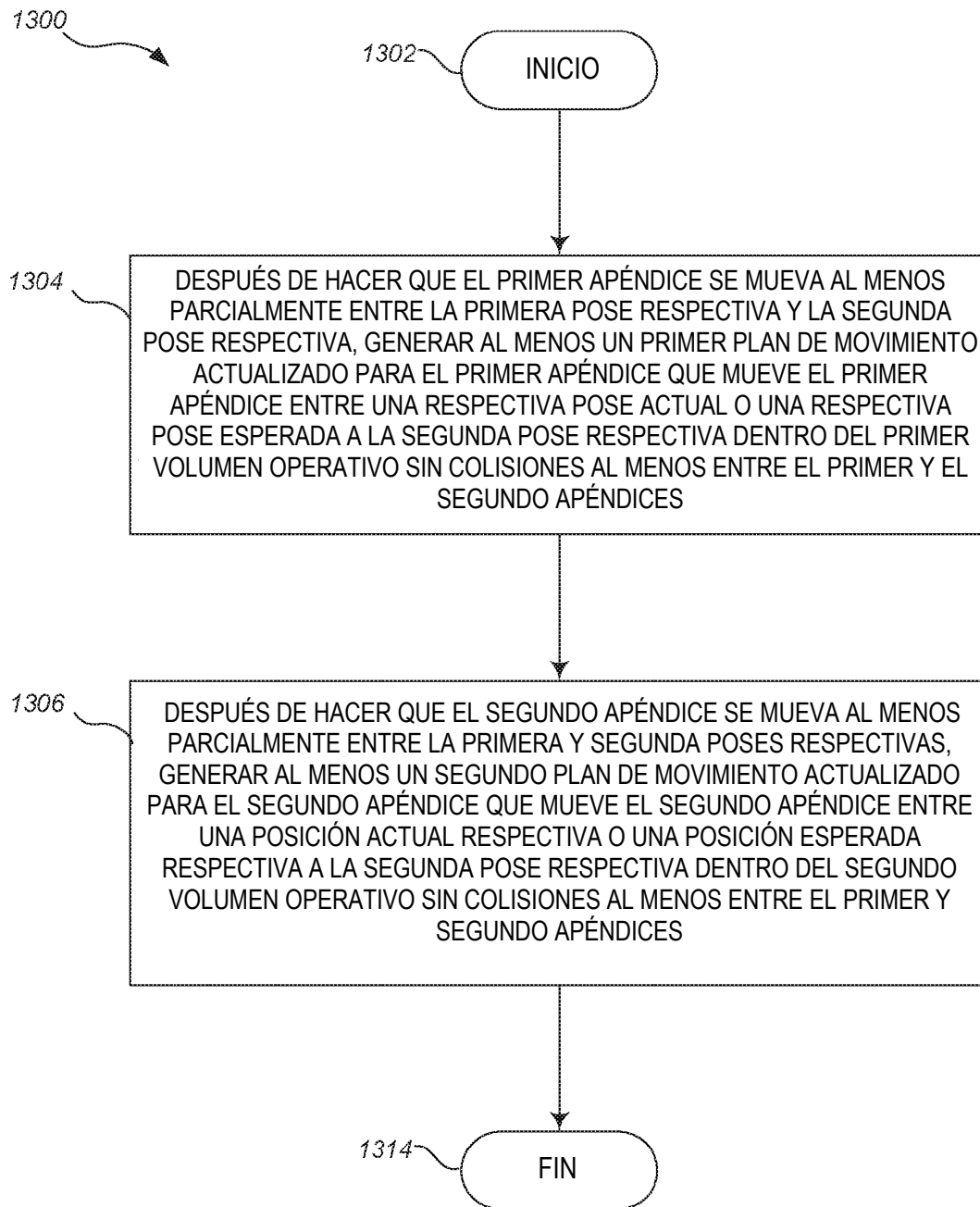


Fig. 12

**Fig. 13**

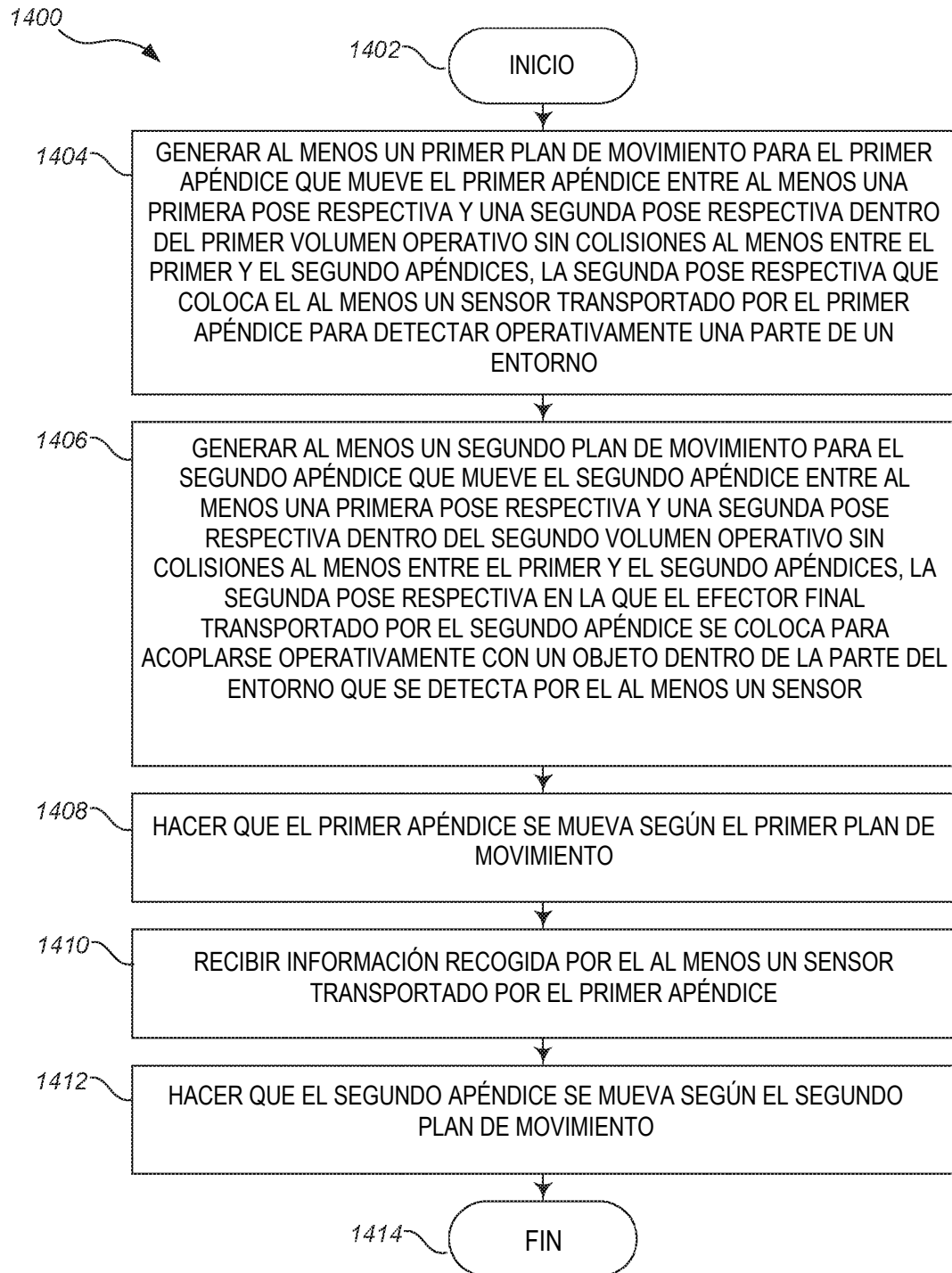


Fig. 14

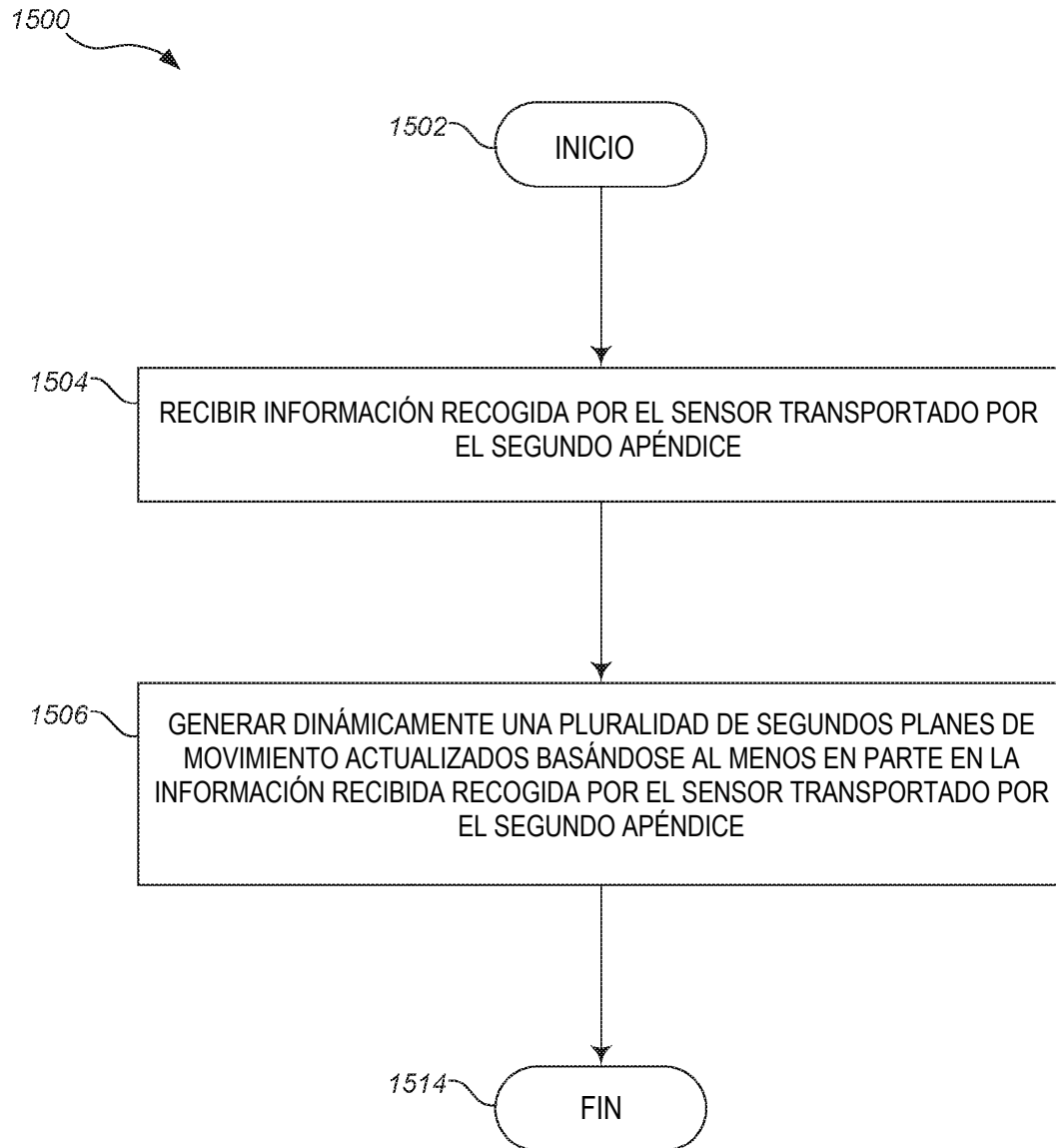
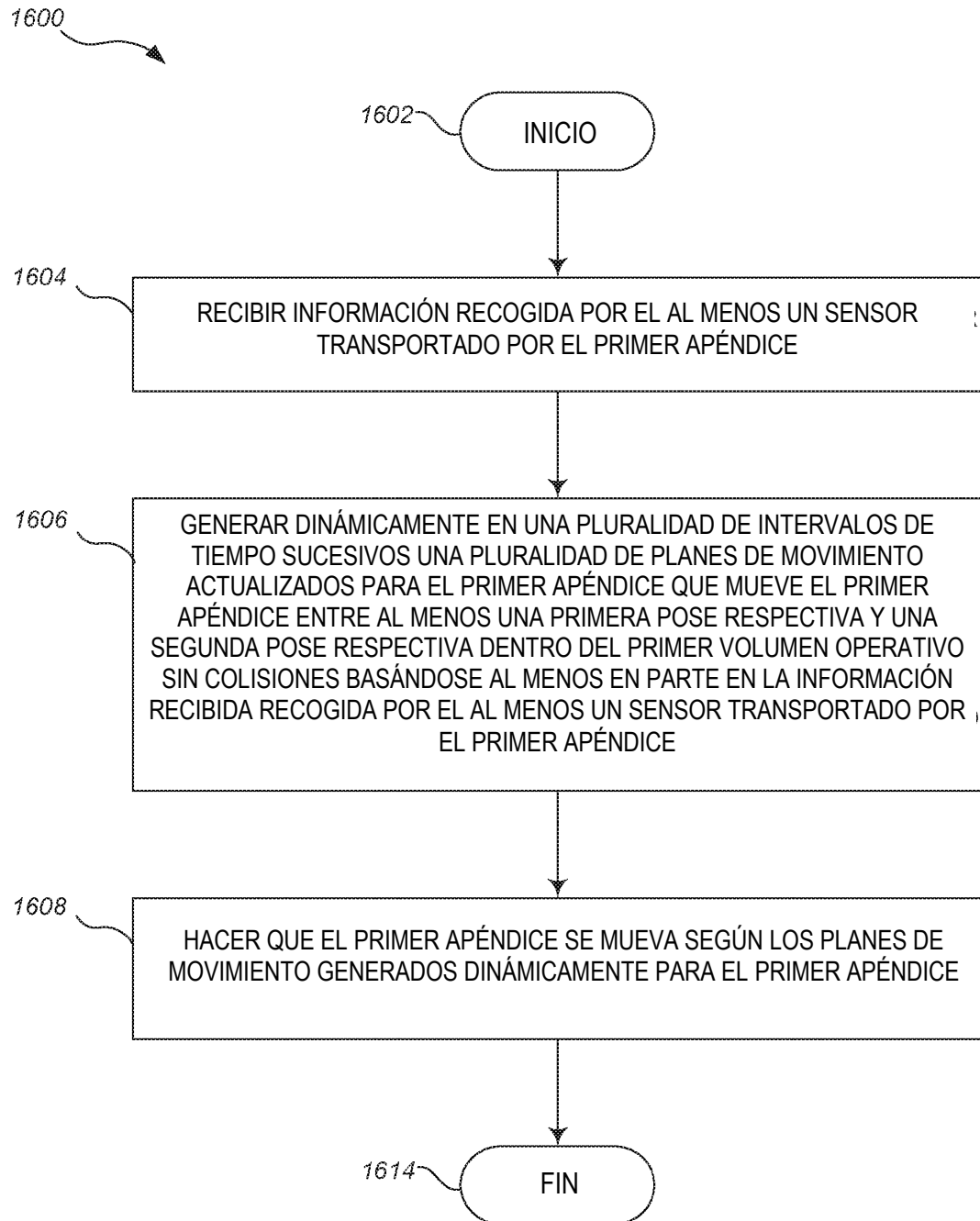
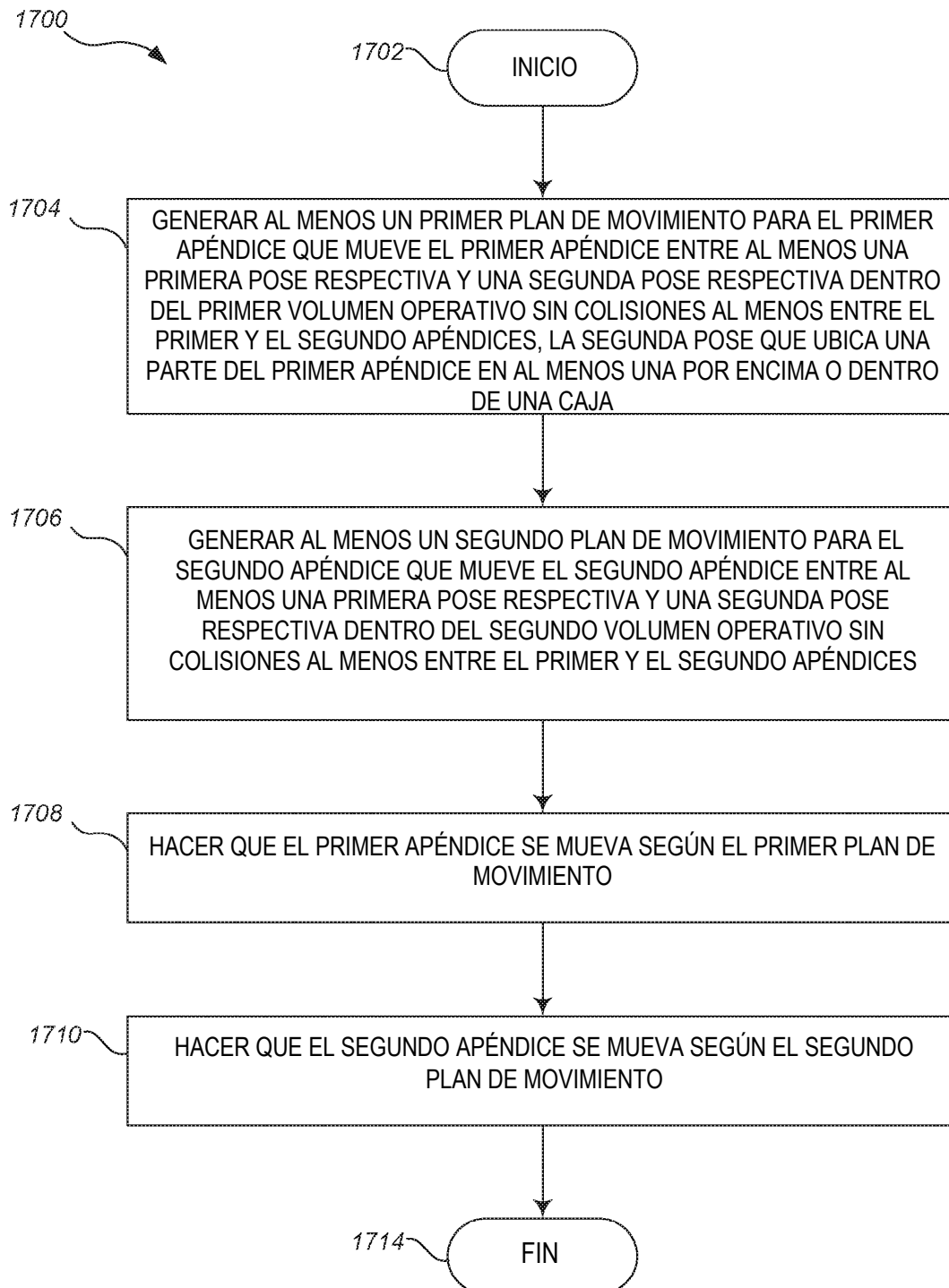
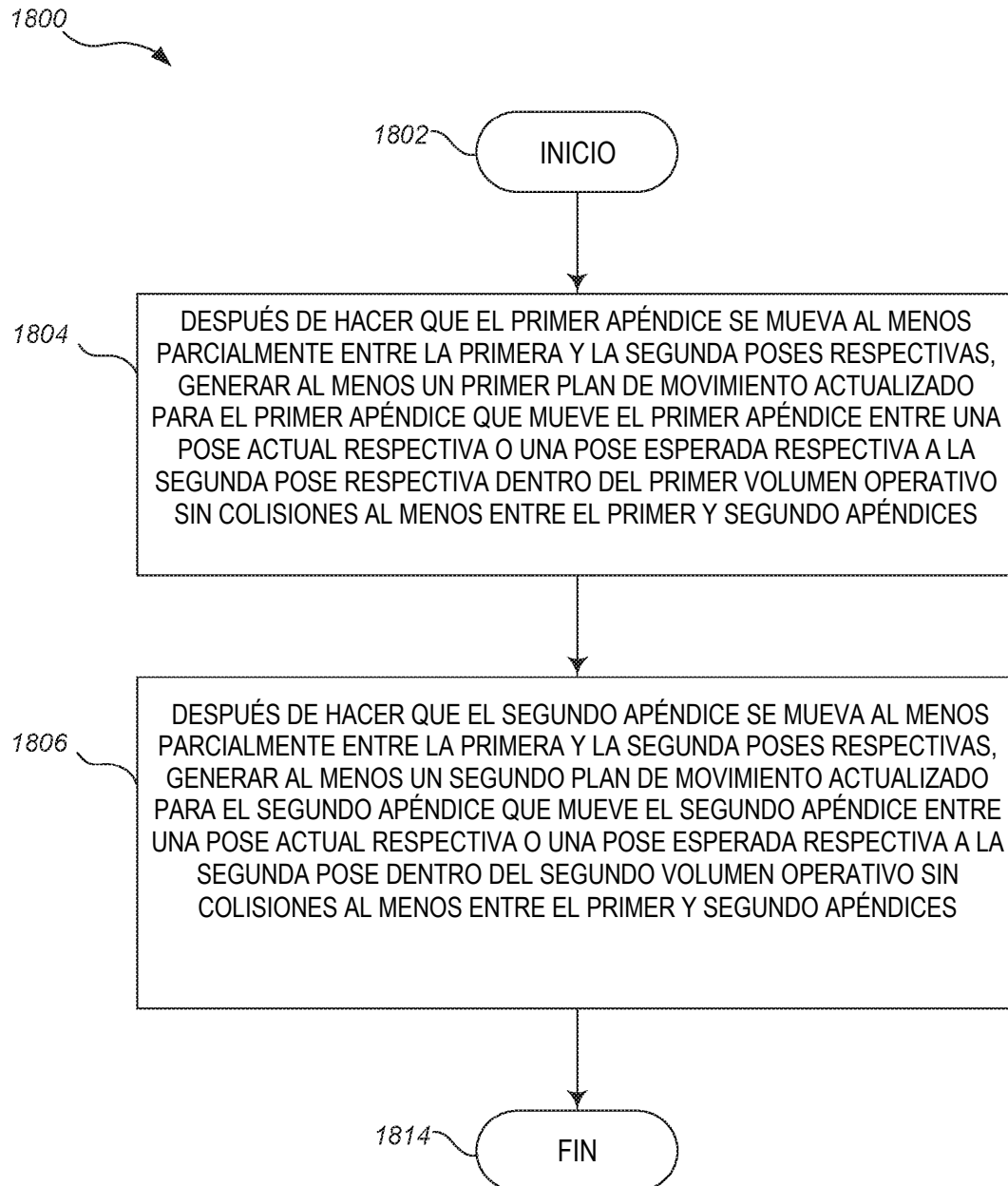
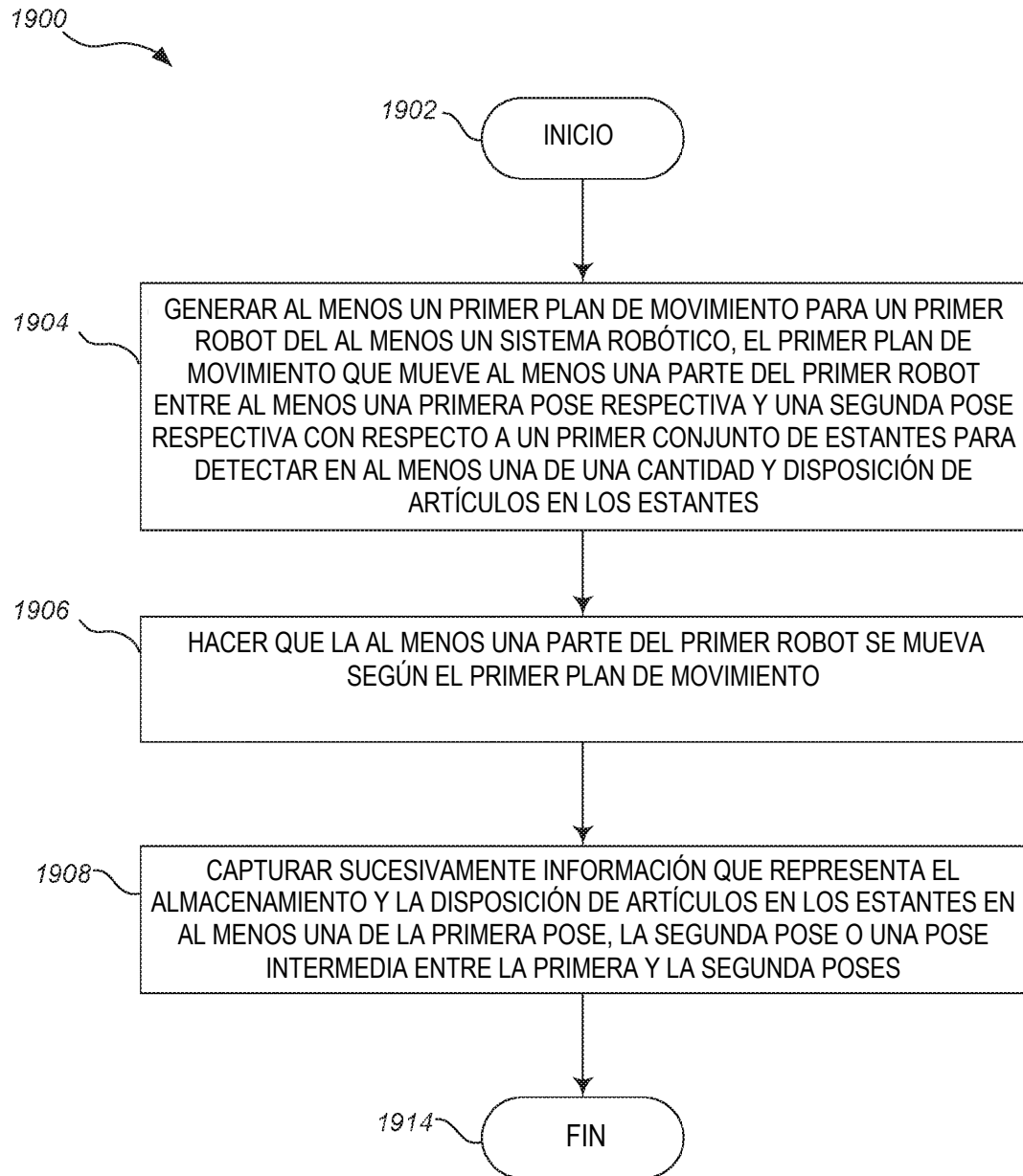


Fig. 15

**Fig. 16**

**Fig. 17**

**Fig. 18**

**Fig. 19**

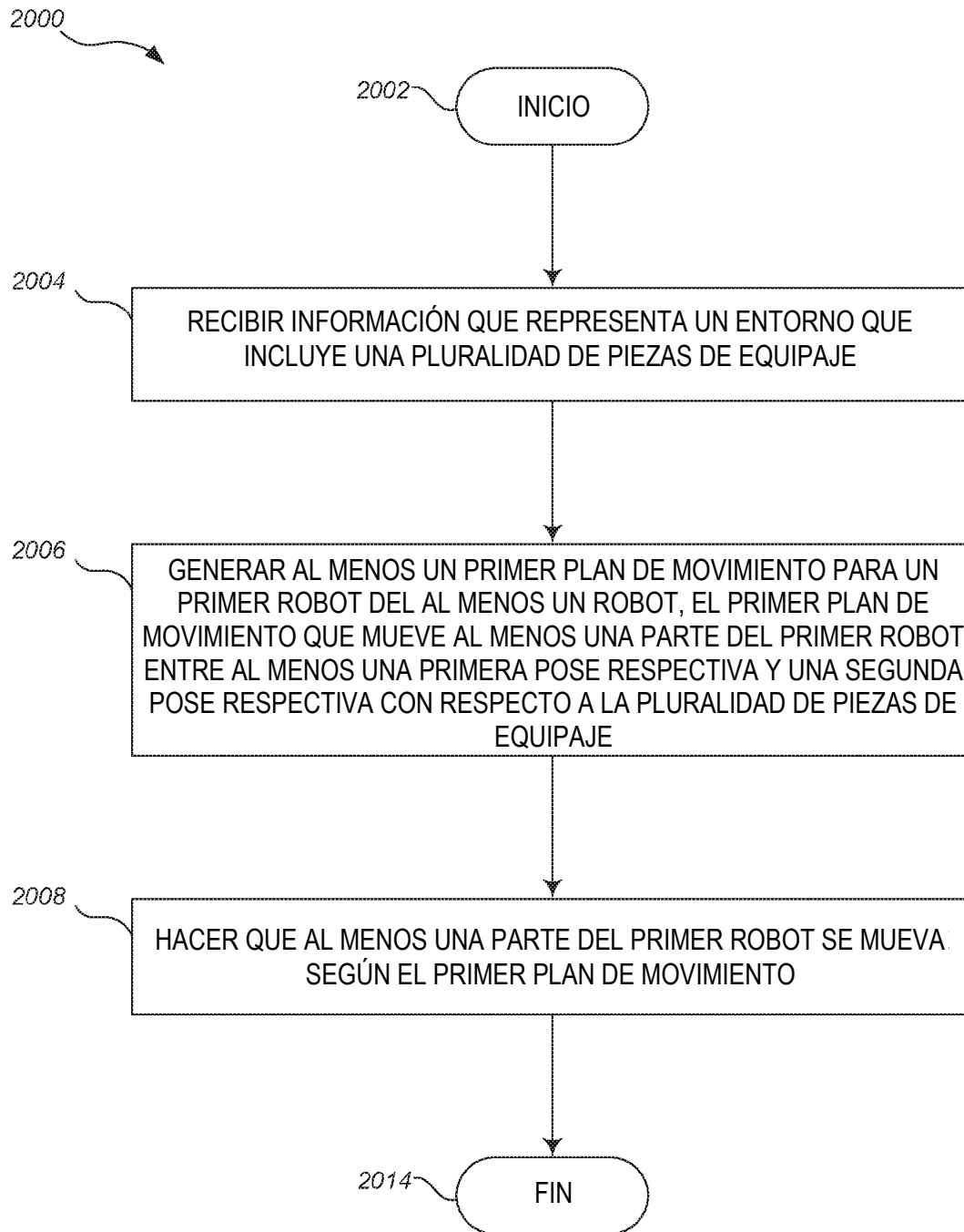
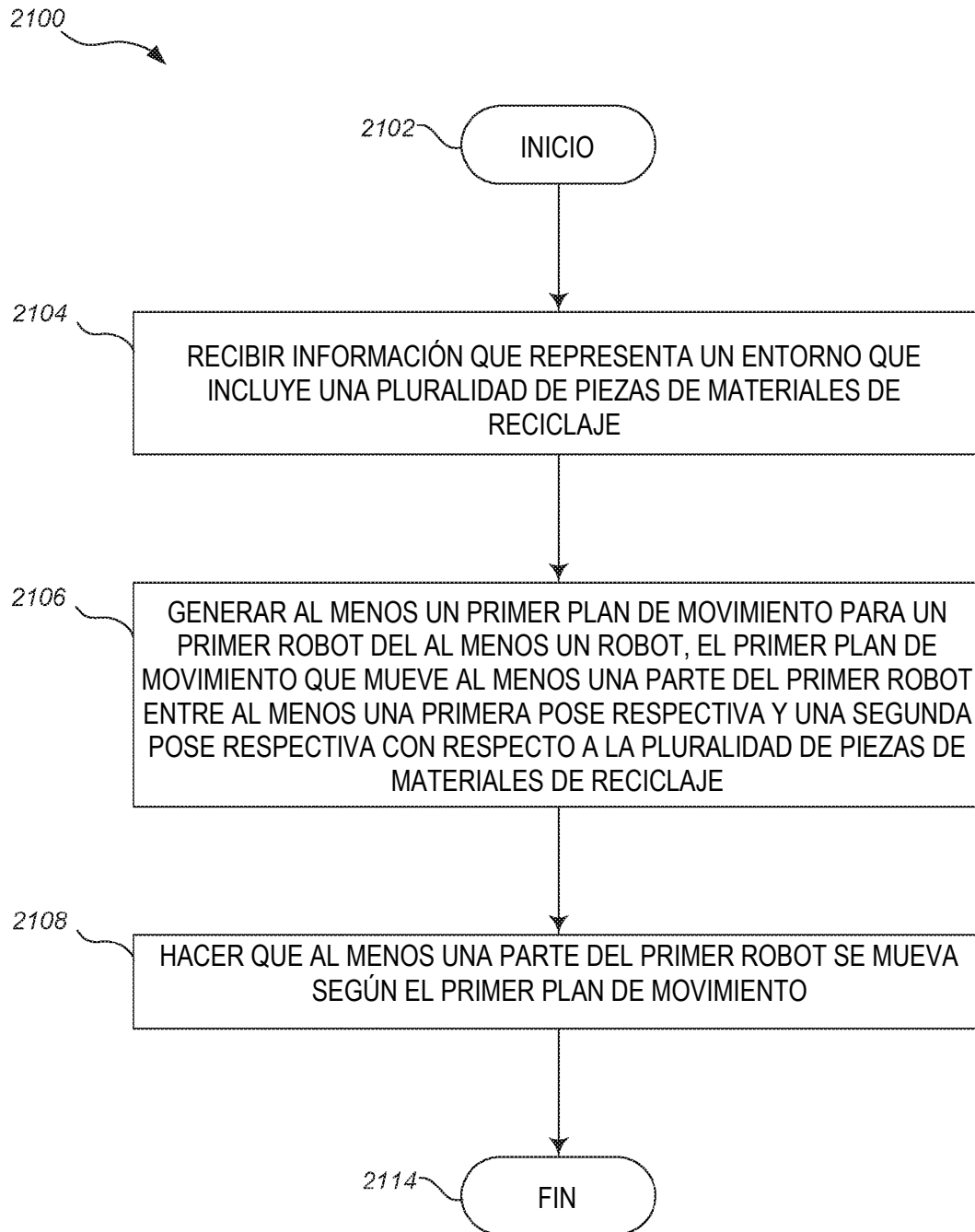


Fig. 20

**Fig. 21**

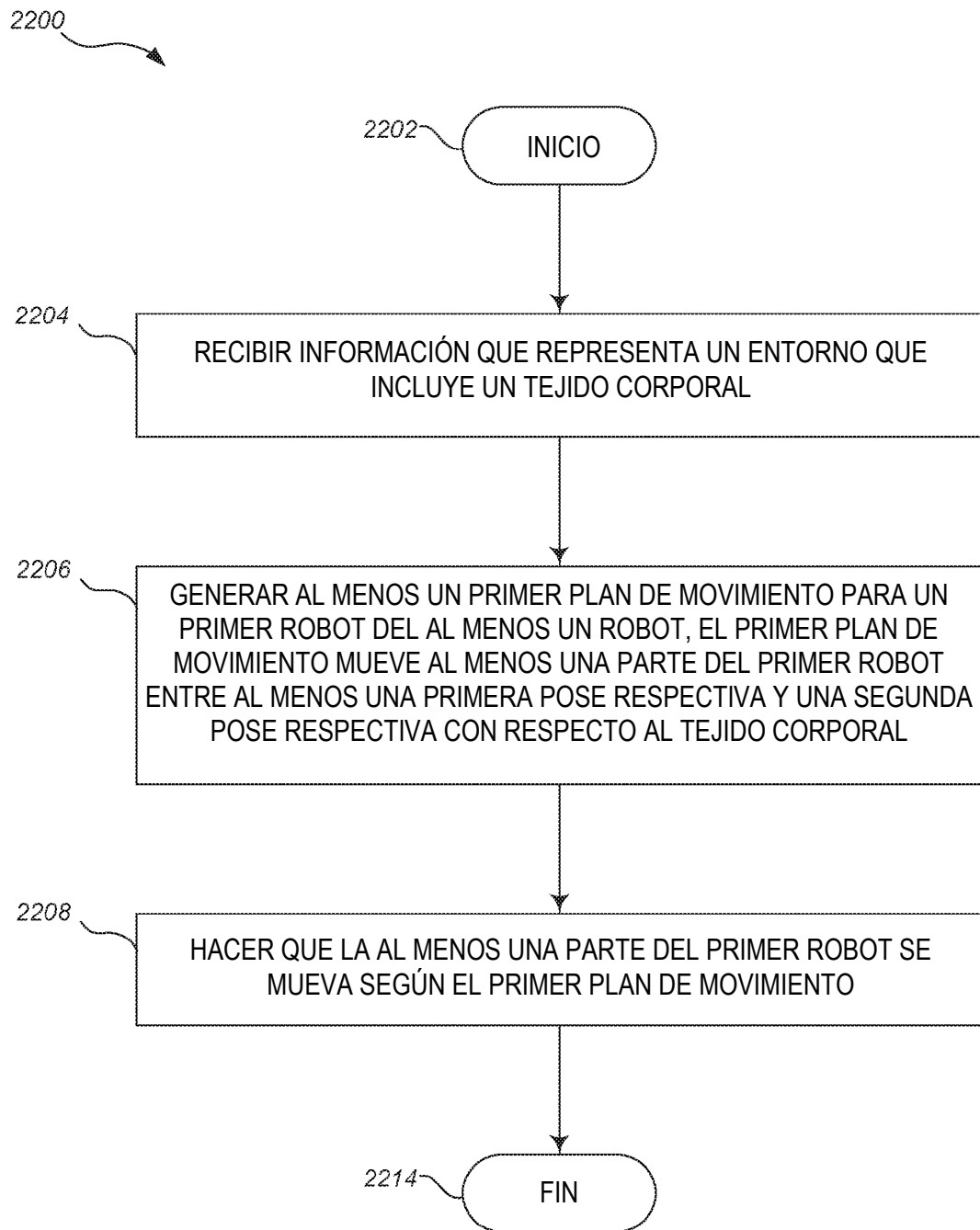
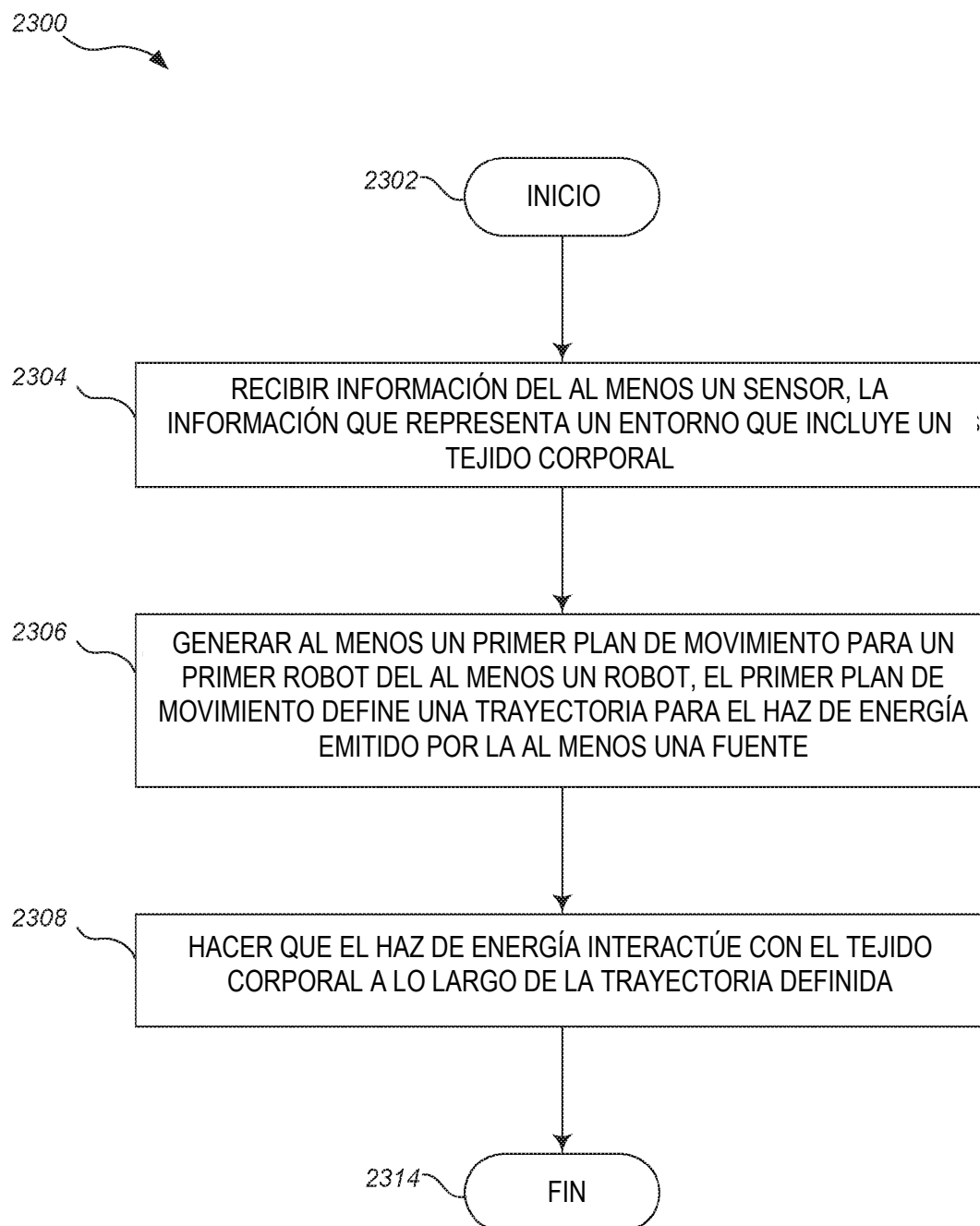
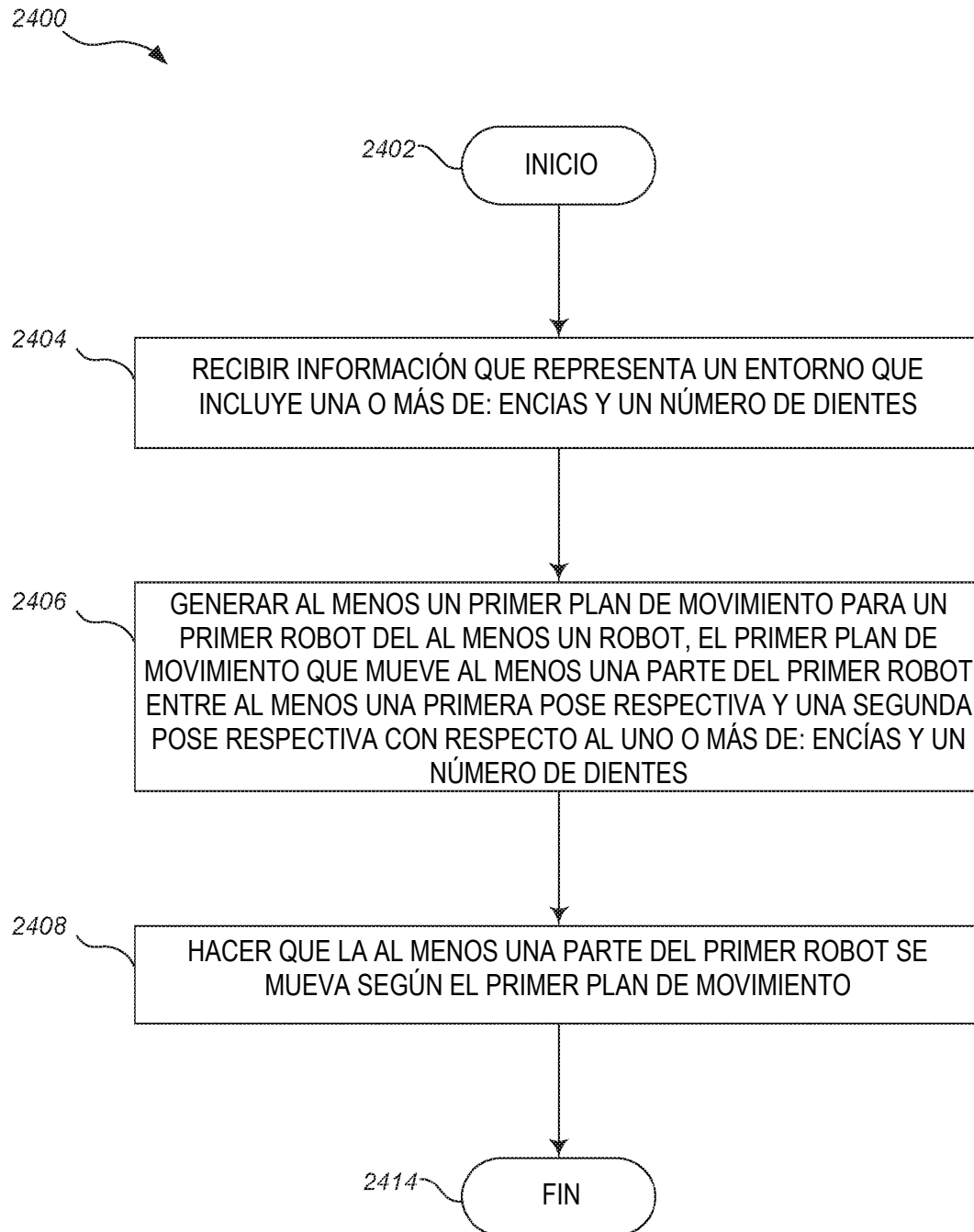
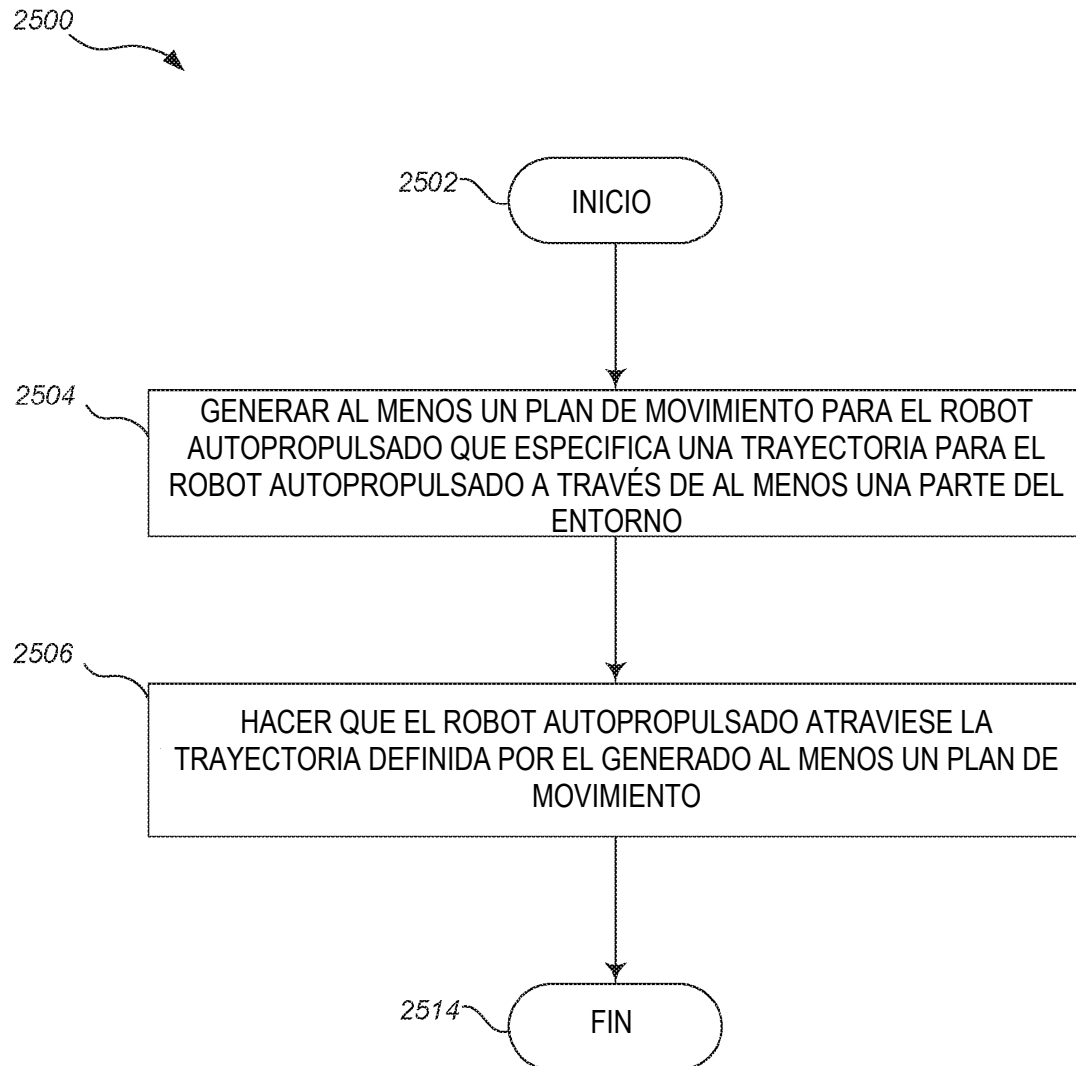
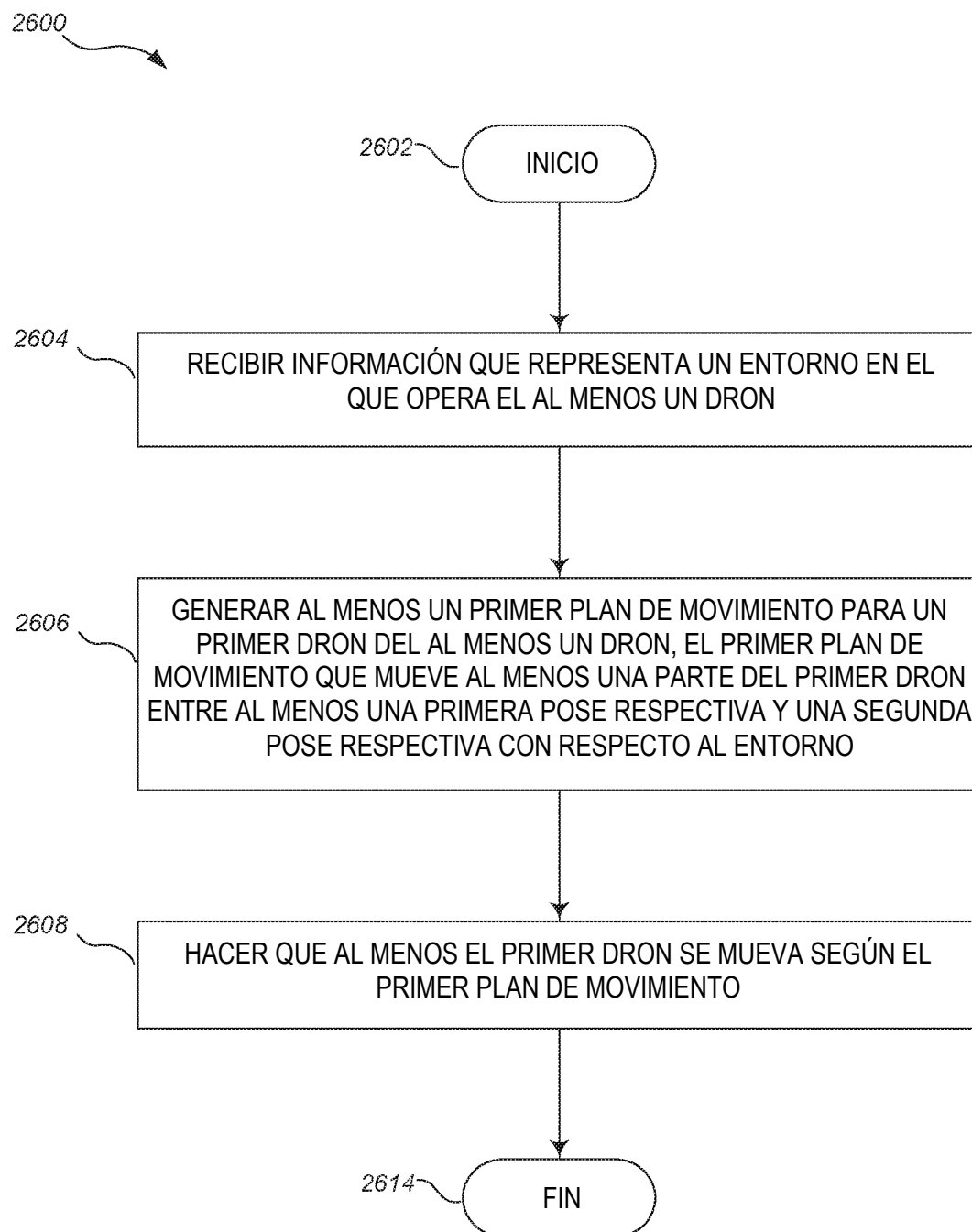


Fig. 22

**Fig. 23**

**Fig. 24**

**Fig. 25**

**Fig. 26**

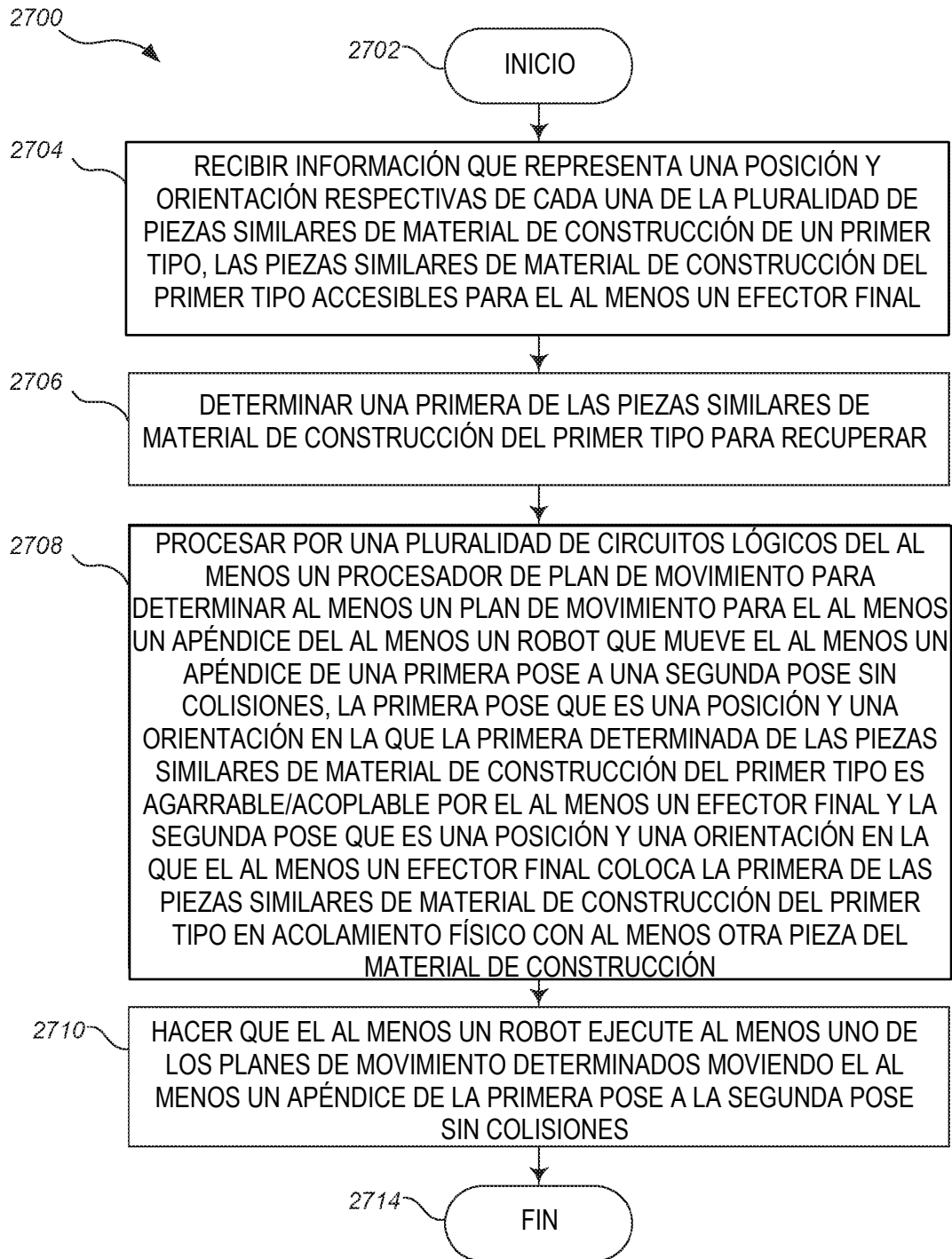


Fig. 27

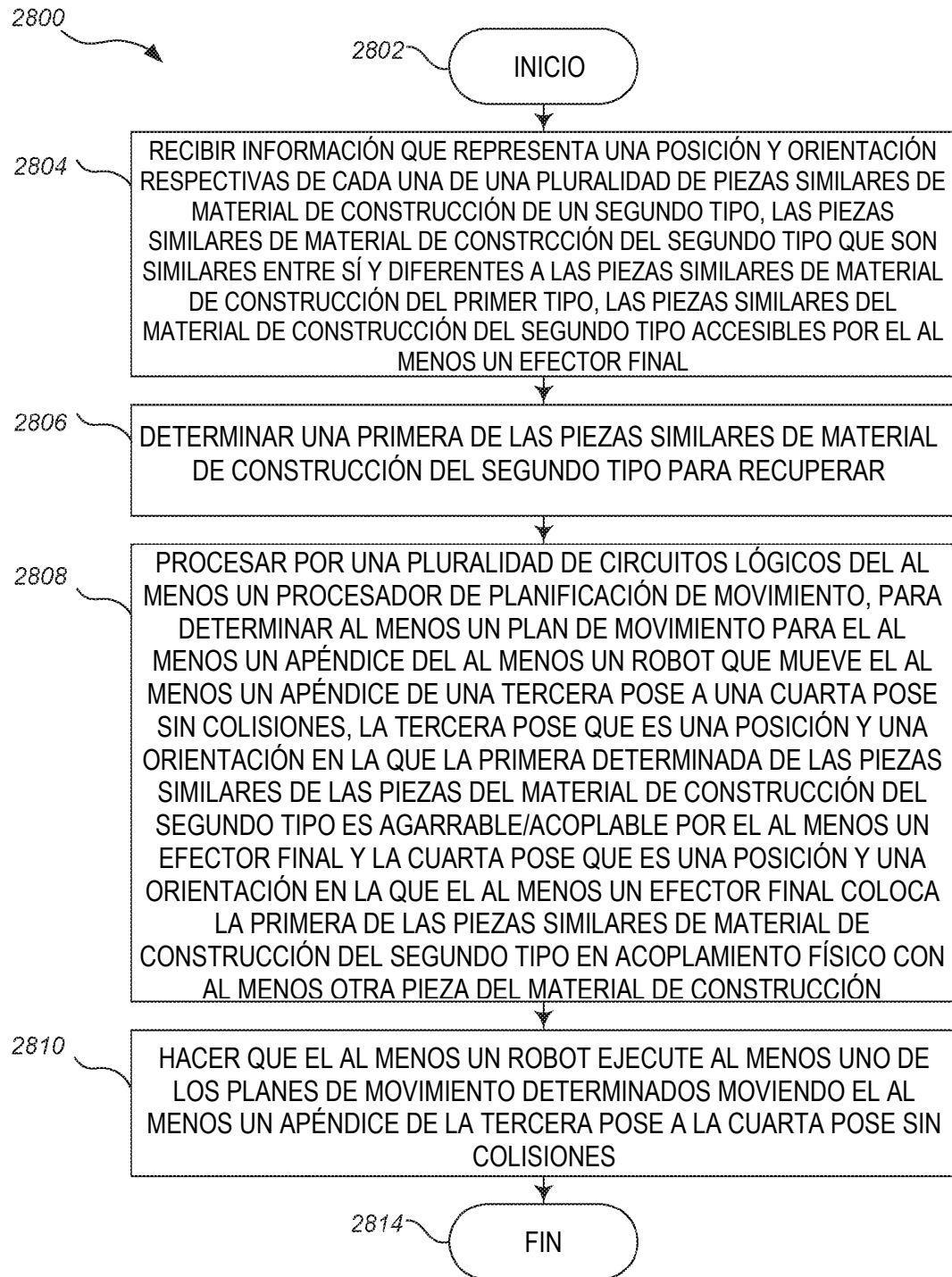
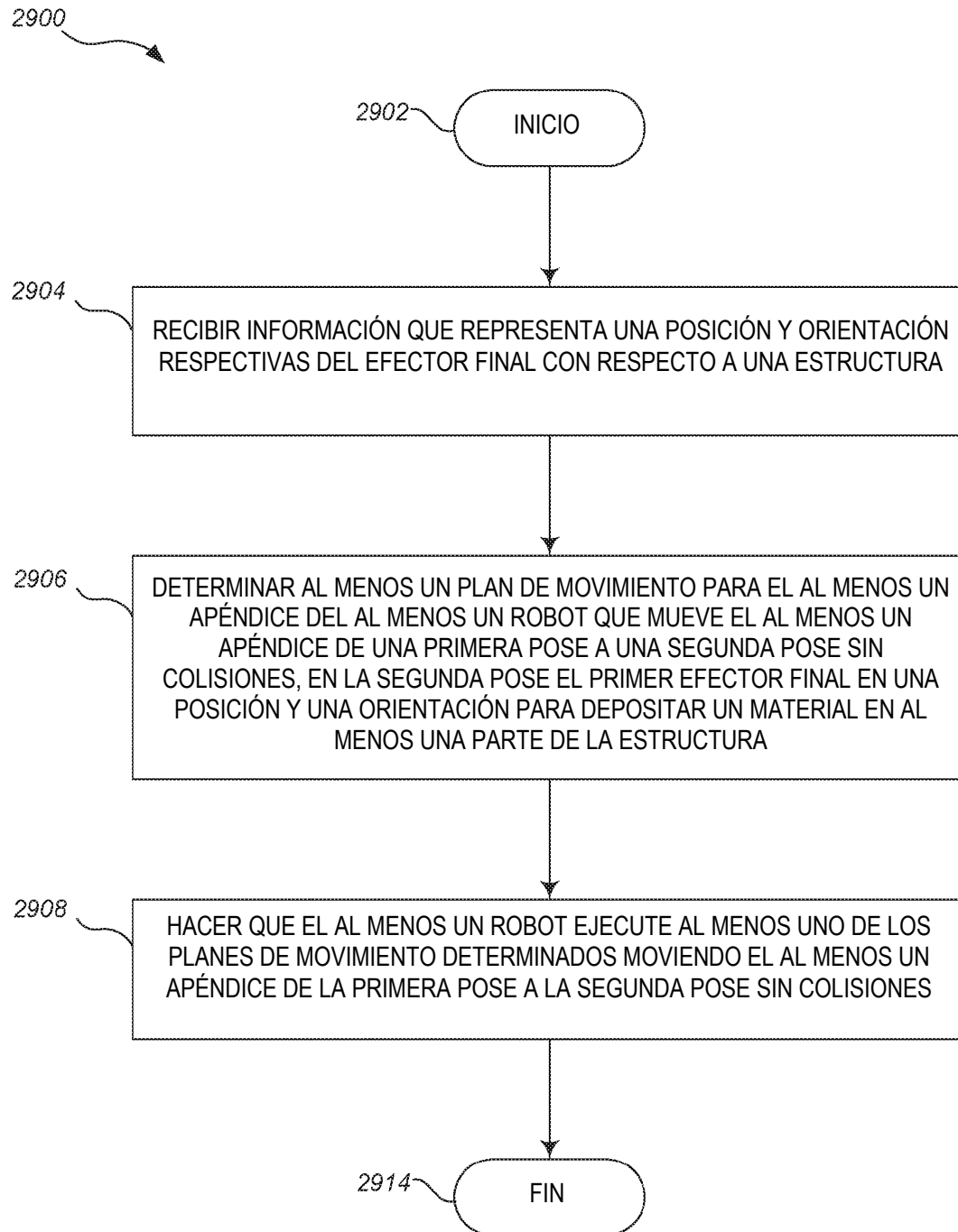
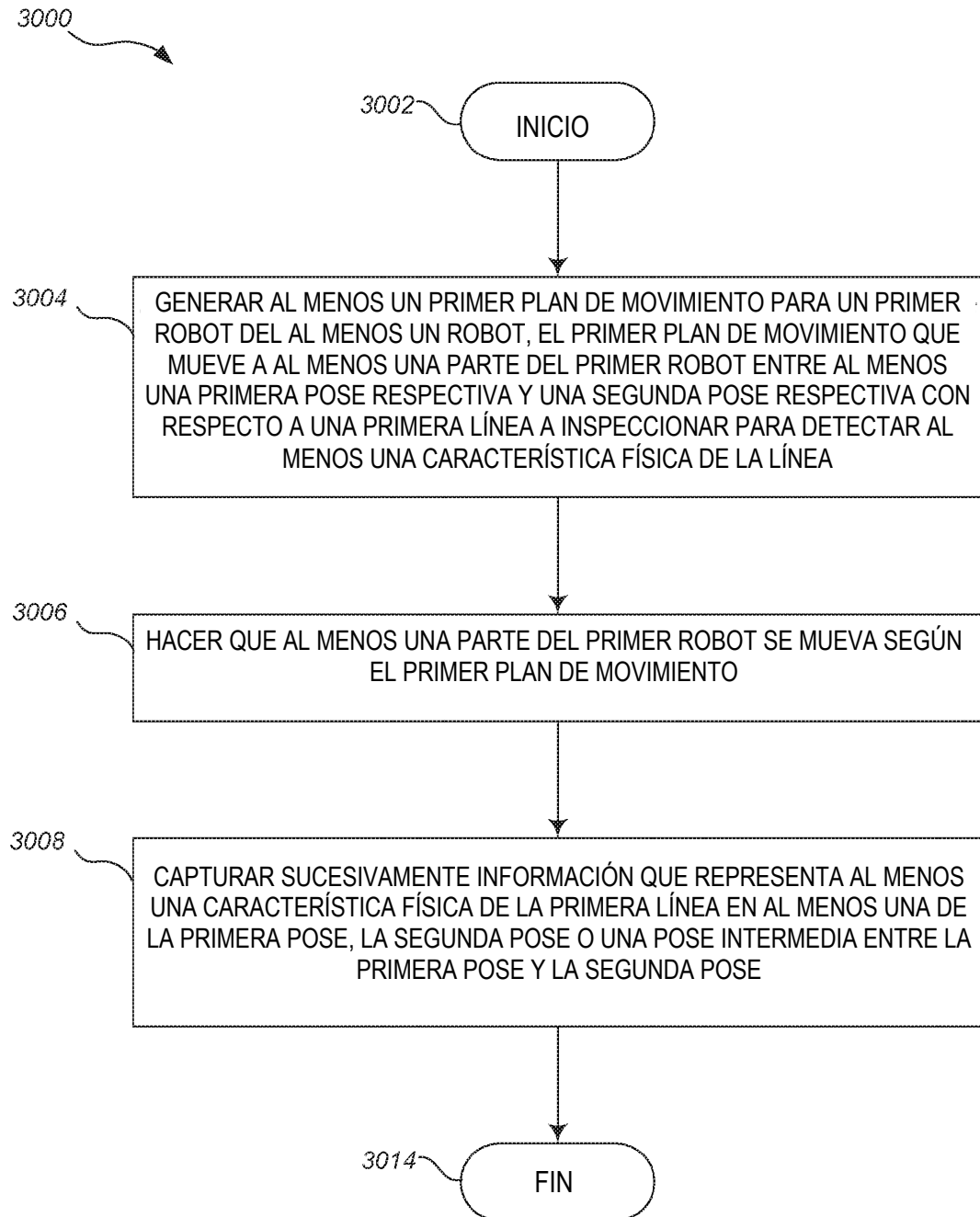
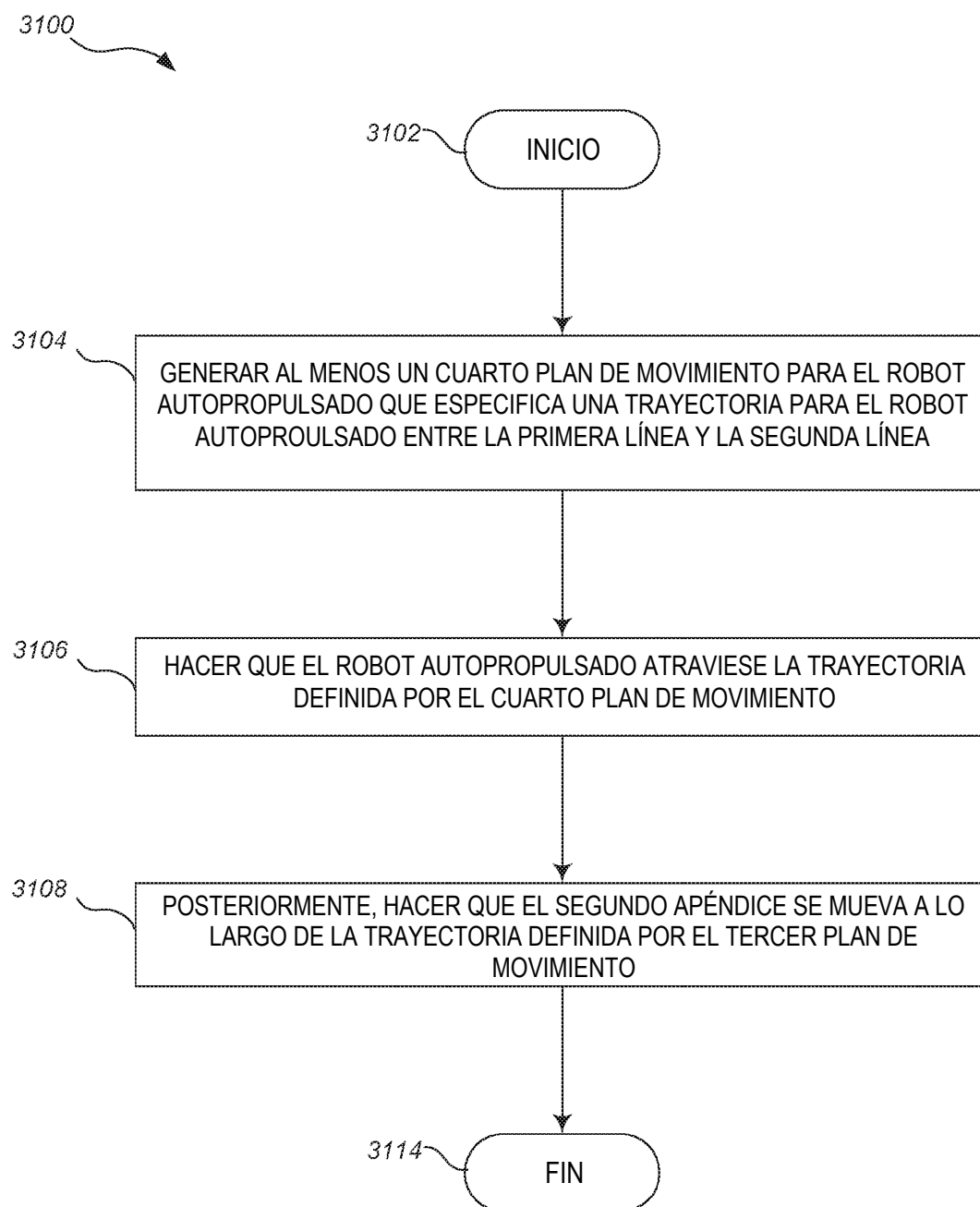
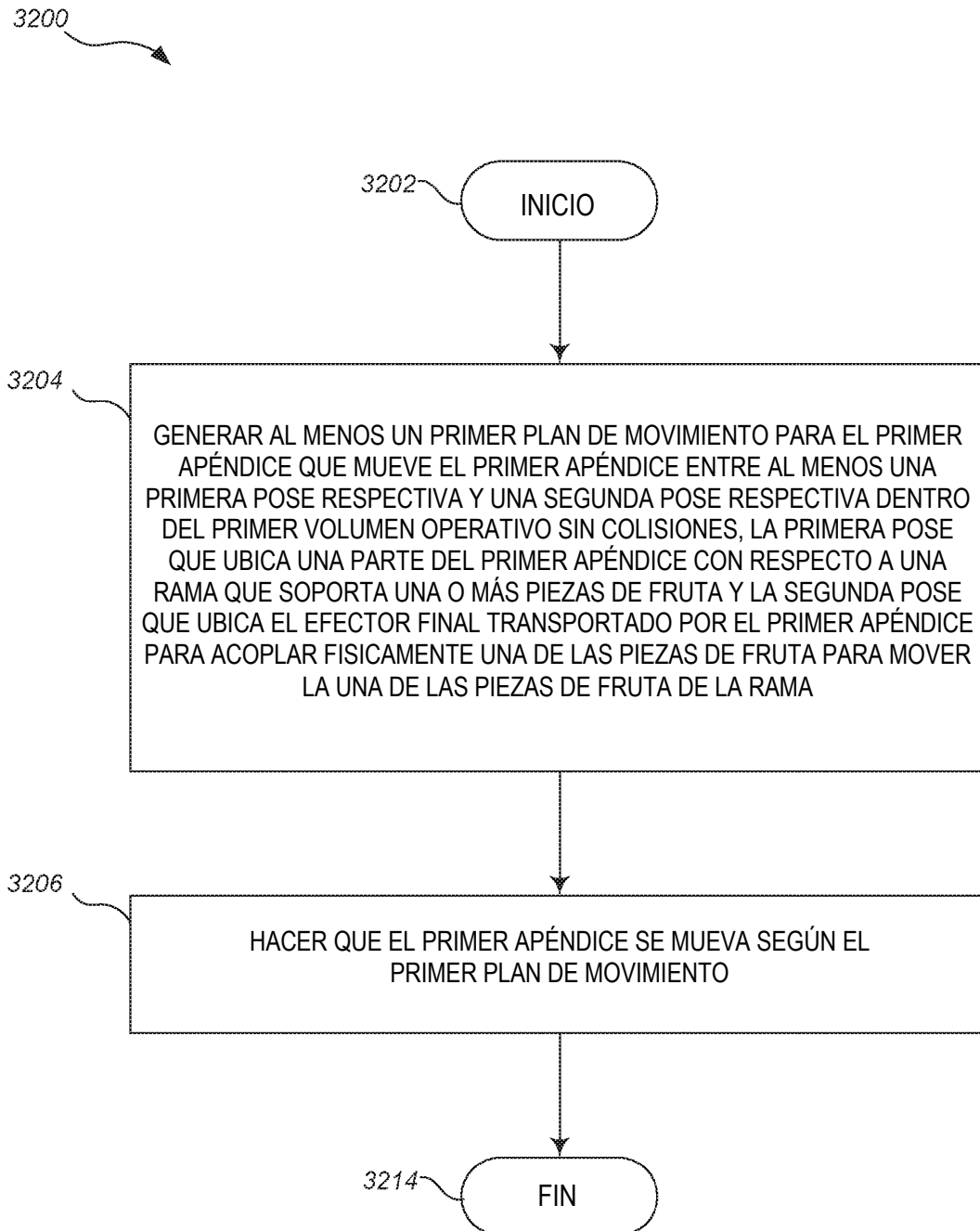


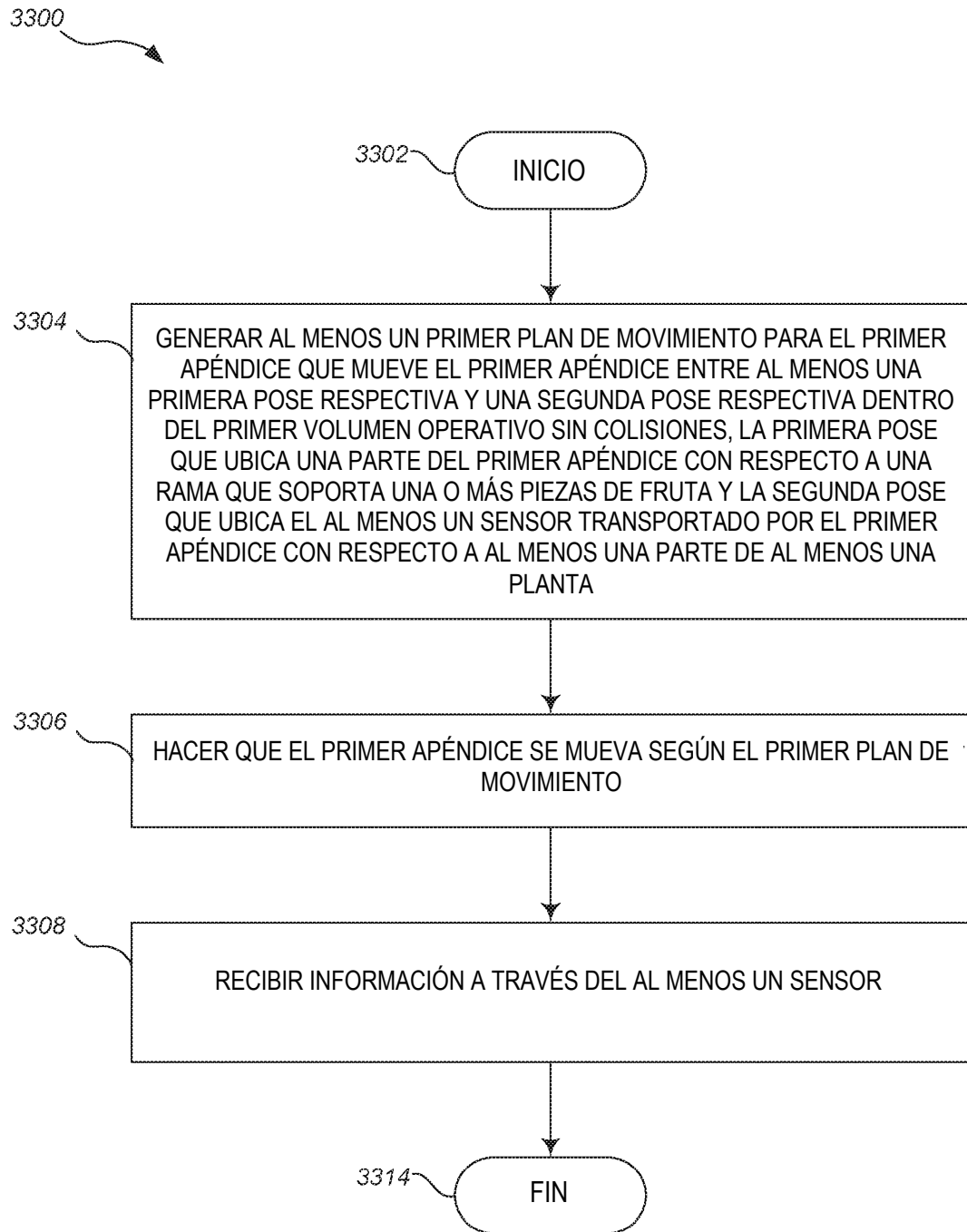
Fig. 28

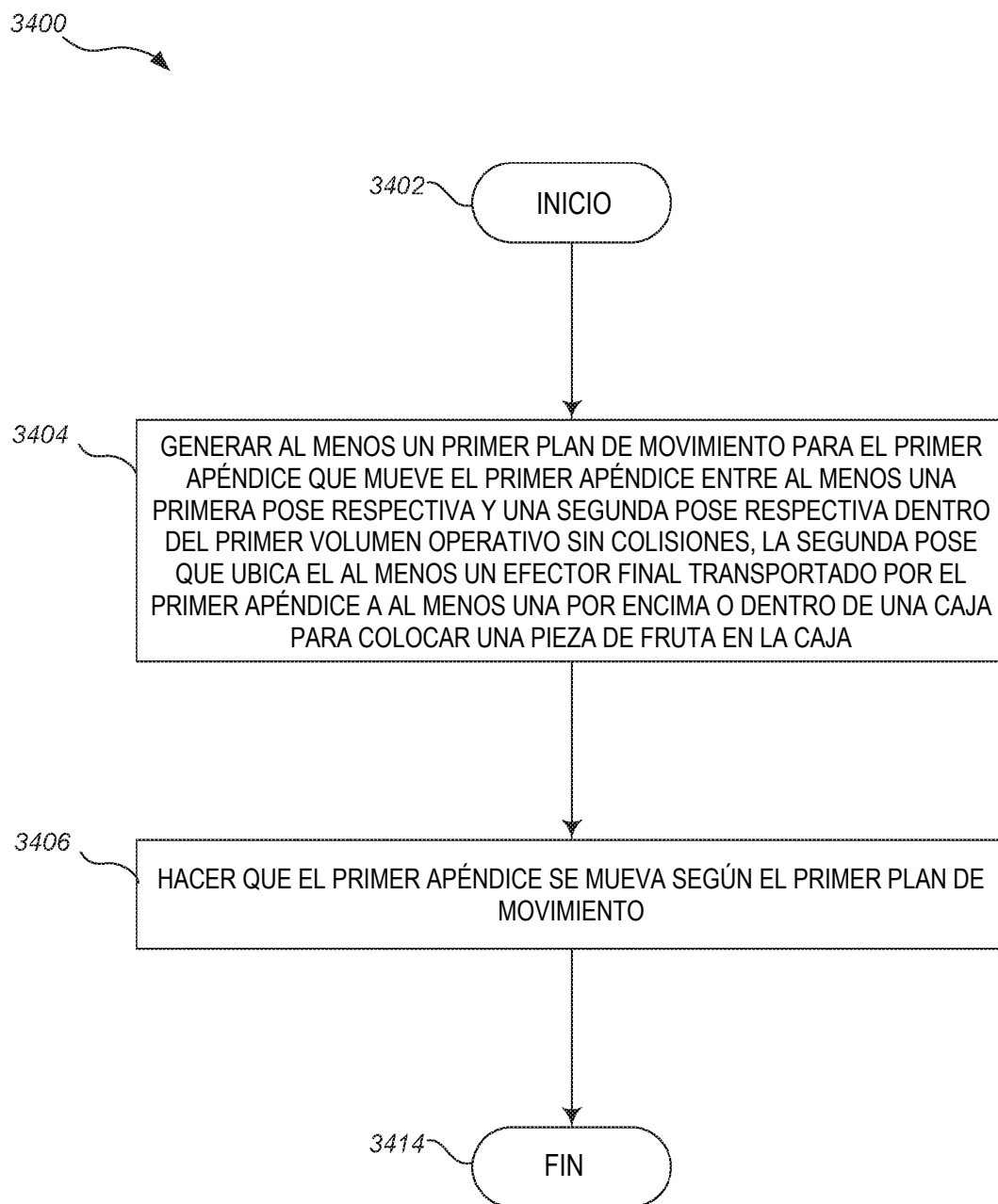
**Fig. 29**

**Fig. 30**

**Fig. 31**

**Fig. 32**

**Fig. 33**

**Fig. 34**

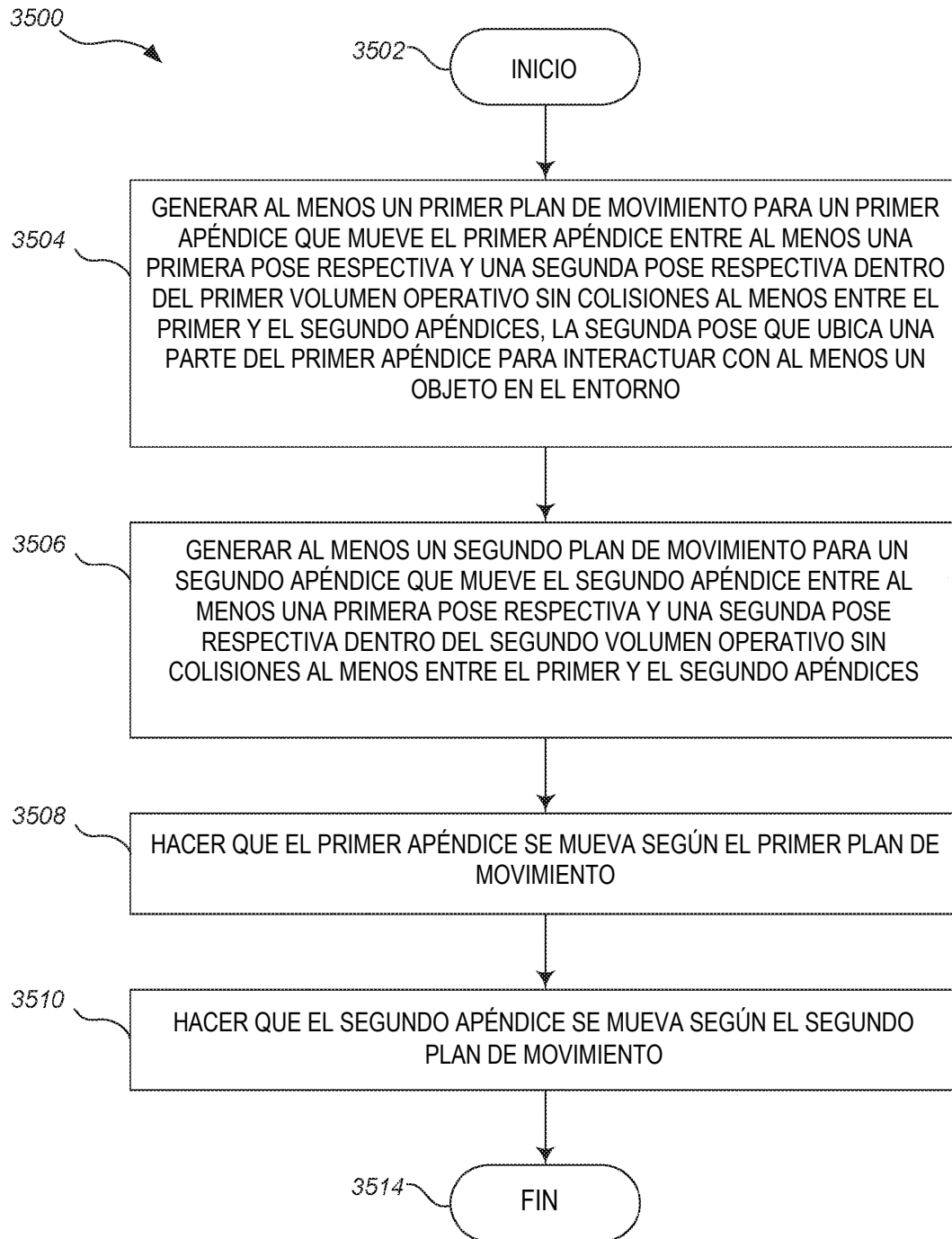


Fig. 35

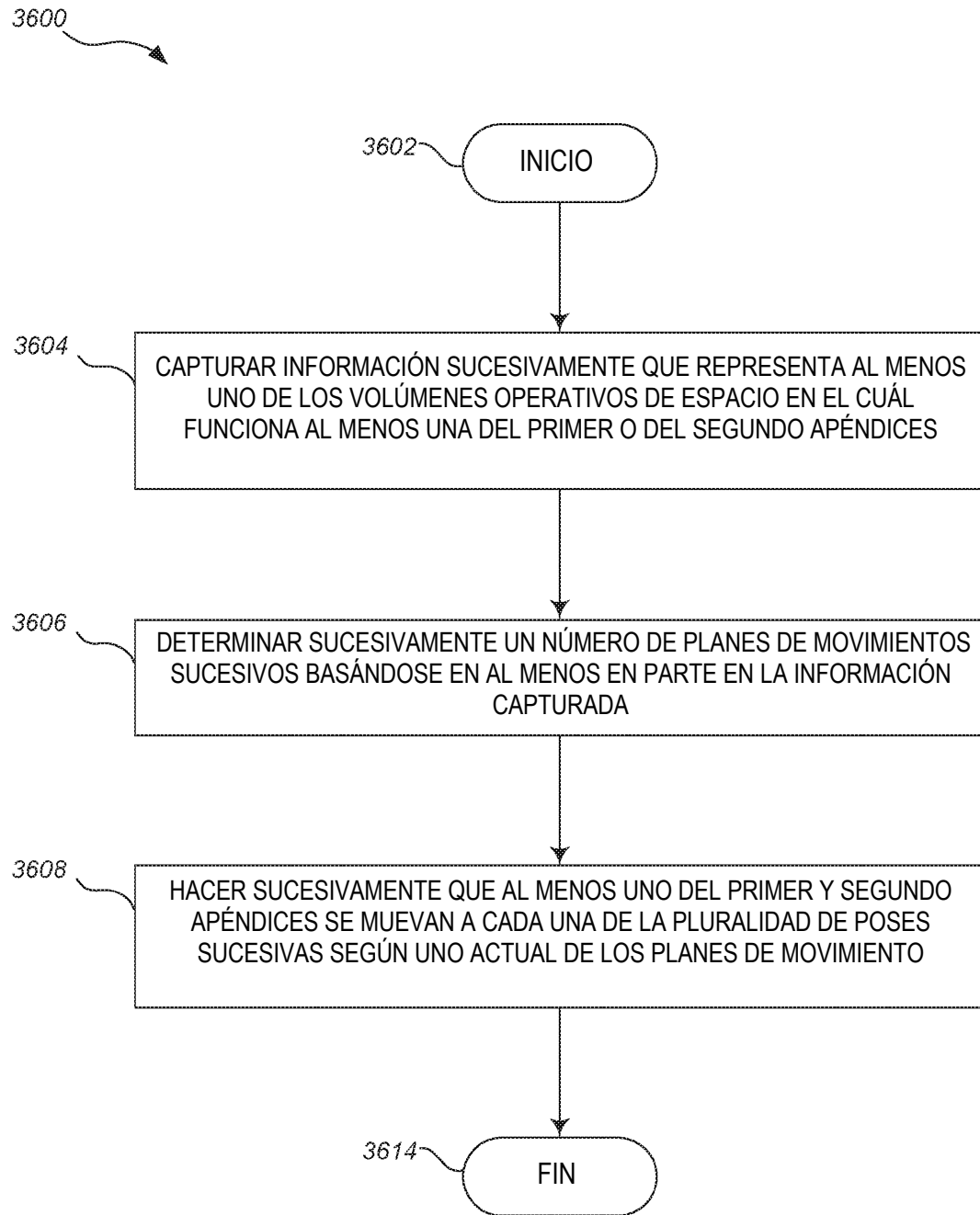


Fig. 36