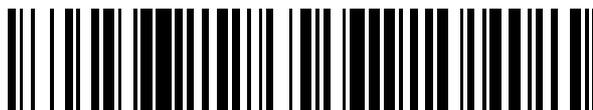


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 770 548**

51 Int. Cl.:

A47L 9/10	(2006.01)
A47L 9/19	(2006.01)
A47L 9/28	(2006.01)
A47L 11/40	(2006.01)
G01N 21/47	(2006.01)
G05D 1/02	(2006.01)
B25J 11/00	(2006.01)
G01V 8/20	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.12.2011 PCT/US2011/068119**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **05.07.2012 WO12092565**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.12.2011 E 11815833 (6)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.11.2019 EP 2659260**

54 Título: **Monitorización de residuos**

30 Prioridad:

30.12.2010 US 201061428808 P

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

02.07.2020

73 Titular/es:

**IROBOT CORPORATION (100.0%)
8 Crosby Drive
Bedford, MA 01730, US**

72 Inventor/es:

**SCHNITTMAN, MARK STEVEN y
ROSENSTEIN, MICHAEL TODD**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 770 548 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

Monitorización de residuos

Campo técnico

Esta solicitud se refiere a robots, y más en particular a robots autónomos de cobertura.

5 Antecedentes

Los robots autónomos pueden realizar tareas deseadas en entornos no estructurados sin un guiado humano continuo. Muchos tipos de robots son autónomos hasta cierto grado. Diferentes robots puede ser autónomos de diferentes formas. Un robot autónomo de cobertura puede atravesar una superficie de trabajo sin un guiado humano continuo para realizar una o más tareas. En el sector de la robótica doméstica, de oficina y/u orientada al consumidor, se han adoptado ampliamente los robots móviles que realizan funciones del hogar, tal como la retirada de residuos de una superficie (p. ej., limpieza por aspiración y lavado de suelos).

La publicación de patente europea número 1 836 941 A2 expone un aspirador eléctrico, que incluye una sección de separación de polvo para separar el polvo succionado desde una abertura de succión con aire, una cámara de recogida de polvo para recoger el polvo separado en la sección de separación de polvo, un diodo de emisión de luz para emitir una luz en la cámara de recogida de polvo, un diodo de recepción de luz para recibir la luz a través de la cámara de recogida de polvo, un dispositivo de control para evaluar una cantidad de polvo a través de la abertura de succión/o evaluar si el polvo recogido en la cámara de recogida de polvo alcanza o no una cantidad predeterminada, en función de una condición de recepción de luz del dispositivo de recepción de luz, una unidad de visualización para mostrar la cantidad de polvo evaluada con el dispositivo de evaluación y un dispositivo de alarma para activar una alarma en respuesta a la cantidad evaluada detectada mediante el dispositivo de control.

La publicación de patente internacional número 2007/137234 A2 expone un sistema robótico de limpieza que incluye un robot y una estación de mantenimiento del robot. El robot incluye un chasis, un sistema de impulsión, configurado para maniobrar el robot según se dirige mediante un controlador, y un conjunto de limpieza que incluye una carcasa del conjunto de limpieza y un rodillo de limpieza conducido.

25 Compendio

La presente invención se refiere a un sistema de monitorización de residuos tal como se presenta en la reivindicación 1. Las realizaciones preferidas se describen en las reivindicaciones dependientes 2 a 15.

Las implementaciones de uno o más de estos aspectos de la exposición pueden incluir una o más de las siguientes características. La abertura puede ser sustancialmente rectangular. De manera adicional o como alternativa, el primer receptor y el segundo receptor pueden ser en esencia diagonalmente opuestos entre sí a través de la abertura. En ciertas implementaciones, el primer y segundo emisor se disponen uno en relación al otro de modo que las señales respectivas emitidas por el primer y segundo emisor se intersecan a lo largo de al menos una parte de la abertura. La abertura puede estar definida en un plano sustancialmente vertical a medida que los residuos se reciben en el receptáculo.

En algunas implementaciones, el primer receptor se dispone aproximadamente de 0,5 pulgadas a aproximadamente 30 pulgadas del segundo emisor. El primer receptor puede estar a menos de aproximadamente 5 pulgadas del primer emisor. De manera adicional o como alternativa, la relación de la distancia entre el primer receptor y el segundo emisor con respecto a la distancia entre el primer receptor y el primer emisor es de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 600.

En ciertas implementaciones, el receptáculo se puede acoplar, con posibilidad de desmontarse con una carcasa configurada para soportar a medida que los residuos se reciben a través de la abertura del receptáculo. La carcasa puede soportar cada uno del primer y segundo emisor y el primer receptor y el receptáculo se puede mover con relación al primer y segundo emisor y al primer receptor. El receptáculo puede soportar cada uno del primer y segundo emisor y el primer receptor. En la carcasa se puede soportar un controlador. Cada uno del primer y segundo emisor y el primer receptor puede estar en comunicación inalámbrica (p. ej., comunicación por infrarrojos) con el controlador.

En algunas implementaciones, el receptáculo se puede retirar desde una parte lateral del robot de cobertura, cuando el robot está sobre la superficie de limpieza y/o se puede retirar desde una parte lateral de la carcasa. De manera adicional o como alternativa, el receptáculo se puede retirar desde una parte superior del robot de cobertura cuando el robot está sobre la superficie de limpieza y/o se puede retirar desde una parte superior de la carcasa.

Los detalles de una o más realizaciones de la invención se explican en los dibujos anexos y la descripción ofrecida a continuación. A partir de la descripción y los dibujos, y a partir de las reivindicaciones, serán evidentes otras características, objetos y ventajas de la invención.

Descripción de los dibujos

- La figura 1A es una vista superior de un limpiador robótico autónomo.
- La figura 1B es una vista inferior de un limpiador robótico autónomo.
- La figura 1C es una vista lateral de un limpiador robótico autónomo.
- 5 La figura 2 es un diagrama de bloques de los sistemas de un limpiador robótico autónomo.
- Las figuras 3A-3B son vistas superiores de limpiadores robóticos autónomos.
- La figura 3C es una vista en perspectiva posterior de un limpiador robótico autónomo.
- Las figuras 3D-3E son vistas inferiores de limpiadores robóticos autónomos.
- Las figuras 3F-3G son vistas en perspectiva de un limpiador robótico autónomo.
- 10 Las figuras 4A-4B son vistas en perspectiva de depósitos de limpieza desmontables.
- Las figuras 4C-4E son vistas esquemáticas de un limpiador robótico autónomo.
- La figura 5A es una vista superior de un limpiador robótico autónomo.
- La figura 5B es una vista superior de un cepillo de detección del depósito.
- Las figuras 6A-6C son vistas esquemáticas de limpiadores robóticos autónomos.
- 15 Las figuras 7A-7B son vistas frontales de depósitos de limpieza desmontables.
- Las figuras 7C-7E son vistas en perspectiva de depósitos de limpieza desmontables.
- Las figuras 7F-7H son vistas frontales de depósitos de limpieza desmontables.
- Las figuras 8A-8E son vistas frontales de depósitos de limpieza desmontables.
- La figura 9A es un diagrama de flujo de proceso de una rutina de monitorización de residuos.
- 20 La figura 9B es un diagrama de flujo de proceso de una rutina de cuantificación de residuos.
- La figura 9C es un diagrama de flujo de proceso de una rutina de detección de depósito lleno.
- La figura 9D es un diagrama de flujo de proceso de una rutina para fijar un umbral.
- La figura 9E es un diagrama de flujo de proceso de una rutina de calibración.
- La figura 10A es un esquema de un patrón de limpieza de un robot.
- 25 La figura 10B es un esquema de un patrón de limpieza de un robot.
- La figura 11 es una vista en perspectiva de un robot.
- Las figuras 12A-12B son vistas esquemáticas de limpiadores robóticos autónomos.
- La figura 13A es una vista en perspectiva de un depósito de limpieza.
- Las figuras 13B-13D son vistas esquemáticas de indicadores del depósito de limpieza.
- 30 La figura 14A es una vista esquemática de un sistema indicador del depósito de limpieza.
- Las figuras 14B-14C son vistas esquemáticas de indicadores remotos del depósito de limpieza.
- La figura 14D es una vista esquemática de un limpiador robótico autónomo y una estación de evacuación.
- La figura 15A es una vista esquemática de un limpiador robótico autónomo y una estación de evacuación.
- 35 La figura 15B es una vista esquemática de un limpiador robótico autónomo que se mueve con relación a una estación de evacuación.
- La figura 16 es un diagrama de flujo de proceso de una rutina de búsqueda.

La figura 17 es una vista esquemática de un limpiador robótico autónomo que se mueve con relación a una estructura de evacuación y a una segunda estructura.

La figura 18 es un diagrama de flujo de proceso de una rutina de búsqueda.

La figura 19A es una vista superior en perspectiva de un despiece parcial de un limpiador robótico autónomo.

5 La figura 19B es una vista inferior en perspectiva de un despiece parcial del limpiador robótico autónomo de la figura 19A.

La figura 19C es una vista de una sección transversal frontal del limpiador robótico autónomo de la figura 19A en una configuración no despiezada, realizada a lo largo de la línea 19C-19C.

La figura 19D es una vista en perspectiva del depósito del polvo del limpiador robótico autónomo de la figura 19A.

10 La figura 19E es una vista lateral del depósito del polvo del limpiador robótico autónomo de la figura 19A.

La figura 19F es una sección transversal del depósito del polvo del limpiador robótico autónomo de la figura 19A, realizada a lo largo de la línea 19F-19F.

La figura 19G es una sección transversal del depósito del polvo del limpiador robótico autónomo de la figura 19A, realizada a lo largo de la línea 19G-19G.

15 En los diversos dibujos, símbolos de referencia similares indican elementos similares.

Descripción detallada

Haciendo referencia a las figuras 1A-1C, un limpiador robótico autónomo 11 incluye un cuerpo de robot 31 (p. ej., un chasis y/o una carcasa) que tiene una cubierta exterior 6 conectada a un paragolpes 5. El cuerpo de robot 31 también tiene un panel de control 10 y un receptor omnidireccional 15, que tiene una línea de visión de 360 grados para la detección de señales emitidas hacia el robot 11 desde esencialmente todas las direcciones.

Haciendo referencia a la figura 1B, instaladas a lo largo de cualquier lateral del cuerpo de robot 31 están las ruedas accionadas de manera diferencial 45, cada una puede rotar en torno a un eje transversal, para movilizar el robot 11 y proporcionar dos puntos de soporte. Las ruedas accionadas de manera diferencial 45 pueden mover el robot 11 en las direcciones de marcha hacia delante y hacia atrás, de modo que el cuerpo de robot 31 tenga una parte delantera 31A correspondiente, por delante de las ruedas accionadas de manera diferencial 45, y una parte posterior 31B por detrás de las ruedas accionadas de manera diferencial 45.

Los sensores de desnivel 30A (p. ej., sensores de infrarrojos) se instalan en el lado inferior del robot 11, a lo largo de la parte delantera 31A del cuerpo de robot 31, con el fin de detectar un posible desnivel por delante del robot 11, a medida que el robot 11 se mueve en la dirección de marcha hacia delante. Los sensores de desnivel 30B se instalan en el lado inferior del robot 11, a lo largo de una parte posterior 31B del cuerpo de robot 31, con el fin de detectar un posible desnivel por detrás del robot 11, a medida que el robot 11 se mueve en la dirección de marcha hacia atrás. Al menos uno de los sensores de desnivel 30B se dispone en un depósito de residuos 50 en comunicación fluida con un cabezal de limpieza 40, para recibir los residuos retirados de una superficie de limpieza. El sensor de desnivel 30B dispuesto en el depósito de limpieza 50 puede estar en comunicación con uno o más componentes en el cuerpo de robot 31 y/o alimentado por una fuente en el cuerpo de robot 31 a través de un canal de comunicación y/o alimentación, cada uno descrito a continuación, establecido entre el depósito de limpieza 50 y el cuerpo de robot 31. Los sensores de desnivel 30A, B se configuran de modo que detecten cambios repentinos en las características del suelo indicativas de un borde o desnivel del suelo (p. ej., un borde de una escalera). Tal como se describe con más detalle a continuación, los sensores de desnivel 30A y 30B pueden facilitar la ejecución de un patrón de limpieza que incluya movimiento hacia atrás y hacia delante del robot 11 sobre un área que contiene residuos. Por ejemplo, los sensores de desnivel 30A, B dispuestos en la parte delantera y la parte posterior del robot 11 pueden reducir la probabilidad de que el robot 11 se mueva sobre un desnivel por delante o por detrás del robot 11, a medida que el robot se mueve hacia atrás y hacia delante durante la ejecución de un patrón de limpieza.

La parte delantera 31A del chasis 31 incluye una rueda pivotante 35 que proporciona soporte adicional para el robot 11, como un tercer punto de contacto con el suelo y no entorpece la movilidad del robot. Ubicados cerca y a cada lado de la rueda pivotante 35 hay dos sensores de proximidad rueda suelo 70. Los sensores de proximidad rueda suelo 70 se configuran de modo que detecten cambios repentinos en las características del suelo indicativas de un borde o desnivel del suelo (p. ej., un borde de una escalera). Los sensores de proximidad rueda suelo 70 proporcionan una redundancia en caso de que los sensores de desnivel 30A principales no detecten un borde o desnivel. En algunas implementaciones, los sensores de proximidad rueda suelo 70 no están incluidos, mientras que los sensores de desnivel 30A principales permanecen instalados a lo largo de la parte inferior delantera 31A del chasis 31. En ciertas implementaciones, la rueda pivotante 35 no está incluida y se proporciona un soporte adicional

para el robot 11 mediante al menos una parte del conjunto de cabezal de limpieza descrito con detalle a continuación.

5 Un conjunto de cabezal de limpieza 40 se dispone en general entre la parte delantera 31A y la parte posterior 31B del robot 11, con al menos una parte del conjunto de cabezal de limpieza dispuesto dentro del cuerpo de robot 31. El conjunto de cabezal de limpieza 40 incluye un cepillo principal 65 y un cepillo secundario 60. En el cuerpo de robot 31 se transporta una batería 25 y, en algunas implementaciones, está cerca del conjunto de cabezal de limpieza 40. En algunos ejemplos el cepillo principal 65 y/o secundario 60 pueden desmontarse. En otros ejemplos, el conjunto de cabezal de limpieza 40 incluye un cepillo principal 65 fijo y/o un cepillo secundario 60, donde fijo hace referencia a un cepillo instalado de manera permanente en el cuerpo de robot 31.

10 En un lateral del cuerpo de robot 31 se soporta un cepillo lateral 20, de modo que al menos una parte del cepillo lateral 20 se extienda pasado el cuerpo de robot 31. En algunas implementaciones, el cepillo lateral 20 se configura de modo que rote 360 grados en torno a un eje sustancialmente perpendicular a la superficie de limpieza, cuando el robot 11 está en funcionamiento. La rotación del cepillo lateral 20 puede mejorar la limpieza en áreas adyacentes al lateral del robot y áreas (p. ej., esquinas) que en caso contrario no son alcanzables por el conjunto de cabezal de
15 limpieza 40 ubicado más al centro.

Hacia el extremo posterior 31B del robot 11 se soporta un depósito de limpieza desmontable 50, con al menos una parte del depósito de limpieza desmontable dispuesta dentro de la cubierta exterior 6. En ciertas implementaciones, el depósito de limpieza 50 se puede desmontar del chasis 31 para proporcionar acceso a los contenidos del depósito y a un filtro interno 54. De manera adicional o como alternativa, el acceso al depósito de limpieza 50 se puede
20 proporcionar por medio de un orificio de evacuación 80, tal como se muestra en la figura 1C. En algunas implementaciones, el orificio de evacuación 80 incluye un conjunto de paneles laterales deslizantes 55 que se deslizan a lo largo de una pared lateral del chasis 31 y por debajo de los paneles laterales de la cubierta exterior 6, para abrir el orificio de evacuación 80. El orificio de evacuación 80 se configura de modo que coincida con los orificios de evacuación correspondientes en una estación de mantenimiento o en otro dispositivo configurado de
25 modo que evacúe los residuos del depósito 50. En otras implementaciones, el orificio de evacuación 80 se instala a lo largo de un borde de la cubierta exterior 6, en una parte más superior de la cubierta exterior 6, en la parte inferior del cuerpo de robot 31 o en otras ubicaciones similares, donde el orificio de evacuación 80 tenga un acceso fácil a los contenidos del depósito de limpieza 50.

La figura 2 es un diagrama de bloques de los sistemas incluidos dentro del robot 11. El robot 11 incluye un
30 microprocesador 245 capaz de ejecutar rutinas y generar y enviar señales de control a los actuadores dentro del robot 11. Conectada al microprocesador 245 hay una memoria 225 para almacenar la rutinas y las entradas y salidas de los sensores, un conjunto de alimentación 220 (p. ej., una batería y/o una pluralidad de amplificadores capaces de generar y distribuir electricidad al microprocesador 245), y otros componentes incluidos dentro del robot 11. Un módulo de datos 245 está conectado al microprocesador 245, el cual puede incluir ROM, RAM, una
35 EEPROM o una memoria flash. El módulo de datos 240 puede almacenar los valores generados dentro del robot 11 o cargar nuevas rutinas de software o valores en el robot 11.

El microprocesador 245 está conectado a una pluralidad de conjuntos y sistemas, uno de los cuales es el sistema de comunicación 205, que incluye un transceptor RS-232, radio, Ethernet y comunicadores inalámbricos. El conjunto de accionamiento 210 está conectado al microprocesador 245 e incluye unas ruedas accionadas de manera diferencial
40 izquierda y derecha 45, unos motores de las ruedas izquierda y derecha y unos codificadores de rueda. El conjunto de accionamiento 210 puede funcionar de modo que reciba órdenes desde el microprocesador 245 y genere los datos de los sensores transmitidos de vuelta al microprocesador 245 por medio del sistema de comunicación 205. Un conjunto de rueda pivotante 230 independiente está conectado al microprocesador 245 e incluye una rueda pivotante 35 y un codificador de rueda. El conjunto de limpieza 215 está conectado al microprocesador 245 e incluye
45 un cepillo principal 65, un cepillo secundario 60, un cepillo lateral 20 y los motores de los cepillos asociados a cada cepillo. Conectado también al microprocesador está el conjunto de sensores 235 que puede incluir sensores infrarrojos de proximidad 75, un detector omnidireccional 15, interruptores mecánicos instalados en el paragolpes 5, sensores de proximidad rueda suelo 70, sensores de estasis, un giroscopio 71 y sensores infrarrojos de desnivel 30.

Haciendo referencia a las figuras 3A-3E, se muestran ubicaciones ejemplares del depósito de limpieza 50 y de un filtro 54 dispuestos en el chasis 31 y la cubierta exterior 6. La figura 3A muestra un robot 300A con un orificio de evacuación 305 dispuesto en la parte superior del robot 300A, y de manera más específica instalado en la parte superior de un depósito de limpieza 310A. El depósito de limpieza 310A puede desmontarse o no del chasis 31 y la cubierta exterior 6, y si se puede desmontar, se puede desmontar de modo que el depósito 310A se separe desde
50 (p. ej., se puede acoplar con posibilidad de desmontarse con) una parte posterior 312A del robot 300A.

Haciendo referencia a la figura 3B, un depósito de limpieza 310B se instala hacia la parte posterior de un robot 300B e incluye un cierre 315. En algunas implementaciones, una parte del depósito de limpieza 310B se desliza hacia la parte delantera del robot 310B cuando se manipula el cierre 315, lo que proporciona acceso a los contenidos del depósito de limpieza 310B para su retirada. De manera adicional o como alternativa, el depósito de limpieza 310B se

puede desmontar de una parte posterior 312B del robot 310B con el fin de proporcionar acceso a los contenidos del depósito de limpieza 310B, para la retirada de y/o proporcionar acceso a un filtro (p. ej., el filtro 54) dispuesto esencialmente dentro del depósito de limpieza 310B. En esta implementación, el cierre 315 del depósito de limpieza se puede manipular de manera manual por parte del operario o de manera autónoma mediante un manipulador accionado de manera robótica.

Haciendo referencia a la figura 3C, un robot 300C que incluye un depósito de limpieza 310C ubicado en la pared lateral más posterior 320 de la cubierta exterior 6. El depósito de limpieza 310C tiene un conjunto de puertas móviles 350, cada una se puede deslizar a lo largo del lateral del cuerpo de robot 31 y cada una se puede ocultar detrás de la cubierta exterior 6. En algunas implementaciones, con la puertas 350 ocultas detrás de la cubierta exterior 6, el depósito de limpieza 310C se configura de modo que acepte y coincida con un orificio de evacuación externo.

La figura 3D proporciona una vista inferior de un robot 300D y la parte inferior del depósito de limpieza 310D ubicado en la parte posterior inferior del robot 300D. El depósito de limpieza 310D tiene un cierre 370 que permite que una puerta 365 ubicada en la parte inferior del depósito de limpieza 310D se deslice hacia la parte delantera del robot 300D, de modo que se puedan retirar los contenidos del depósito de limpieza 310D. En ciertas implementaciones, el depósito de limpieza 310D soporta un filtro (p. ej., el filtro 54 mostrado en la figura 1C) y el depósito de limpieza 310D se puede retirar de una parte posterior 312D del robot 300D para facilitar la limpieza y/o la sustitución del filtro. El depósito de limpieza 310D y el cierre 370 se pueden manipular de manera manual por parte de un operario o de manera autónoma mediante un manipulador accionado de manera robótica.

La figura 3E proporciona una vista inferior de un robot 300E y del suelo del depósito de limpieza 310E ubicado en la parte posterior inferior del robot 300E. El depósito de limpieza 310E incluye un orificio 380 para acceder a los contenidos del depósito de limpieza 310E. Se puede fijar una manguera de evacuación al orificio 380 para evacuar el depósito de limpieza 310E. En ciertas implementaciones, el depósito de limpieza 310E se puede desmontar de una parte posterior 312E del robot 300D para acceder a y limpiar un filtro dispuesto dentro del depósito de limpieza 310 (p. ej., el filtro 54 mostrado en la figura 1C).

Haciendo referencia a la figura 3F, un robot 300F incluye un depósito de limpieza 310F dispuesto a lo largo de un parte posterior del robot 312F. En algunas implementaciones, el depósito de limpieza 310F incluye al menos un orificio de evacuación 380 en un lado posterior (se muestran tres). Los orificios de evacuación 380 se pueden configurar de modo que reciban una manguera de evacuación para retirar los residuos del depósito 310F. De manera adicional o como alternativa, los orificios de evacuación 380 se pueden configurar de modo que faciliten la retirada manual de los residuos (p. ej., al sostener el depósito 310F para permitir que los residuos dentro del depósito caigan fuera del depósito por acción de la fuerza de gravedad).

Haciendo referencia a la figura 3G, un robot 300G incluye un depósito de limpieza 310G ubicado en una parte posterior del robot 312G. El depósito de limpieza 310G incluye uno o más orificios de evacuación 380 en una parte lateral (p. ej., laterales izquierdo y/o derecho). Los orificios de evacuación 380 se configuran de modo que reciban una manguera de evacuación para retirar los residuos del depósito 310G.

El limpiador robótico 11 puede recibir diversos depósitos de limpieza 50 diferentes. Por ejemplo, haciendo referencia a la figura 4A, se configura un depósito de limpieza 400A de modo que coincida con unos orificios externos de evacuación de aspiración. El depósito de aspiración 400A define una cámara principal 405A que tiene un suelo inclinado 410A, que ayuda al movimiento de los residuos hacia los orificios de evacuación 415, 420, 425. Un primer orificio lateral de evacuación 415 está ubicado adyacente a un orificio central de evacuación 420, que está ubicado entre el primer orificio lateral de evacuación 415 y un segundo orificio lateral de evacuación 425. Ubicados en las paredes laterales del depósito 400A hay dos salidas de evacuación 430 que se instalan para ayudar adicionalmente a un aspirador en su operación de evacuación.

Haciendo referencia a la figura 4B, un depósito 400B incluye unos dientes 450 a lo largo de un borde de la boca 452 del depósito 400B. Los dientes 450 reducen la cantidad de acumulación de filamentos en el cepillo principal 60 y/o el cepillo secundario 65 (véase la figura 1B) mediante la colocación del depósito 400B lo suficientemente cerca del cepillo 60, 65 como para que los dientes 492 se deslicen bajo la acumulación de filamentos en el cepillo 60, 65 y tiren de la acumulación de filamentos a medida que rota el cepillo 60, 65. En algunos ejemplos, el depósito 400B incluye entre aproximadamente 24-36 dientes. En el ejemplo mostrado, el depósito 400B define una parte de depósito de barrido 460 y una parte de depósito de aspiración 465. El peine o los dientes 450 están situados entre la parte de depósito de barrido 460 y la parte de depósito de aspiración 465 y se disponen de modo que peinen ligeramente el cepillo de barrido 60 a medida que el cepillo de barrido 60 rota. El peine o los dientes 450 retiran filamentos errantes del cepillo de barrido 60 que se acumulan en los dientes 450 o en la parte de depósito de barrido 460. La parte de depósito de aspiración 465 y los dientes 450 sobre esta no se interfieren entre sí. El depósito 400B tiene un conjunto de aspiración 480 (p. ej., un motor/ventilador de aspiración) configurado para succionar los residuos a través de un canal, tal como el canal definido por un par de escobillas 470A y 470B en la parte de depósito de aspiración 460.

El depósito 400B incluye unos contactos eléctricos 482A, 482B, que se pueden conectar con posibilidad de desconectarse con unos contactos eléctricos correspondientes en el cuerpo de robot 31, de modo que se suministre electricidad al depósito 400B cuando el depósito 400B está acoplado con el cuerpo de robot 31. En algunas implementaciones, la electricidad se suministra al conjunto de aspiración 480. En ciertas implementaciones, los contactos eléctricos 482A, 482B pueden proporcionar comunicación a un microprocesador del depósito 217. El filtro 54 (mostrado en la figura 1C) puede separar la parte de depósito de aspiración 460 del conjunto de aspiración 480. En algunos ejemplos, el filtro 54 se abre pivotando a lo largo de un borde lateral, superior o inferior para su revisión. En otros ejemplos, el filtro 54 se desliza fuera de la parte de depósito de aspiración 460.

En algunos casos, el depósito 50 incluye un sistema de detección de depósito lleno para detectar una cantidad de residuos presente en el depósito 50. Por ejemplo, haciendo referencia a las figuras 5A-5B, el sistema de detección de depósito lleno incluye un emisor 755 y un detector 760 alojados en el depósito 50. Una carcasa 757 rodea cada uno del emisor 755 y el detector 760 y esencialmente no tiene residuos cuando el depósito 50 tampoco tiene residuos. En una implementación, el depósito 50 está unido con posibilidad de separarse al limpiador robótico 11 e incluye un conjunto de cepillo 770 para retirar los residuos y restos de la superficie de la carcasa 757 del emisor/detector. El conjunto de cepillo 770 incluye un cepillo 772 montado en el cuerpo de robot 31 y configurado de modo que barra contra la carcasa 757 del emisor/detector, cuando el depósito 50 se desmonta del robot 11 o está unido a este. El cepillo 772 incluye un cabezal de limpieza 774 (p. ej., de cerdas o esponja) en un extremo distal más alejado del robot 11, y una sección de ventana 776 situada hacia una base del cepillo 772 y alineada con el emisor 755 o el detector 760, cuando el depósito 50 está unido al robot 11. El emisor 755 transmite y el detector 760 recibe luz a través de la ventana 776. Además de cepillar los residuos del emisor 755 y el detector 760, el cabezal de limpieza 774 reduce la cantidad de residuos o polvo que alcanza el emisor 755 y el detector 760, cuando el depósito 50 está unido al robot 11. En algunos ejemplos, la ventana 776 comprende un material transparente o traslúcido y se forma de manera integral con el cabezal de limpieza 774. En algunos ejemplos, el emisor 755 y el detector 760 se montan en el chasis 31 del robot 11 y el cabezal de limpieza 774 y/o la ventana 776 se montan en el depósito 50.

Haciendo referencia a la figura 6A, en algunas implementaciones, un robot de barrido 11 incluye un cepillo 60 y un faldón 65 que barre o agita de otro modo los residuos de la superficie de limpieza para su movimiento al depósito 700A que tiene un emisor 755 y un detector 760, cada uno situado cerca de una boca del depósito 701 (p. ej., una abertura definida en el depósito 700A).

Haciendo referencia a la figura 6B, en ciertas implementaciones, un depósito 700B incluye un motor de aspiración/soplador 780, y un emisor 755 y un detector 760 ubicados cerca de una entrada 782 de un trayecto de flujo de aspiración al depósito 700B. El cuerpo de robot 31 del robot 11 incluye una salida de aspiración del robot 784 que se acopla (p. ej., encaja exactamente con) la entrada de aspiración 782 del depósito 700B. Al colocar el emisor 755 y el detector 760 cerca de la entrada de residuos 782, los residuos se pueden detectar a lo largo del trayecto de flujo de admisión en lugar de dentro de la cámara de residuos 785. Por lo tanto, se puede activar una condición de depósito lleno cuando la cantidad de residuos barridos o aspirados a lo largo del trayecto de flujo es extremadamente elevada (lo que habitualmente puede ser un escenario raro), o cuando la cámara de residuos 785 está llena (p. ej., los residuos ya no se depositan en su interior sino que por el contrario retroceden a lo largo del trayecto de flujo de admisión cerca de la entrada 782).

Haciendo referencia a la figura 6C, en algunas implementaciones, un depósito combinado de aspiración/barrido 700C incluye un par emisor 755 y un detector 760 situado cerca de una entrada del depósito de barrido 782A y una entrada del depósito de aspiración 782B. El emisor 755 y el detector 760 montados cerca de la entrada del depósito de barrido 782A se soportan en el cuerpo de robot 31 del robot 11. De manera adicional o como alternativa a los sensores de entrada 755, 760, varias agrupaciones de emisores 788 se sitúan en una superficie interior del depósito 700C (p. ej., una superficie interior inferior del depósito 700C) y uno o más detectores 760 se sitúan en una superficie interior esencialmente opuesta del depósito 700C (p. ej., una superficie interior superior del depósito 700C). Tal como se describe con más detalle a continuación, las señales procedentes de los detectores 760 ubicados a lo largo del trayecto de flujo de admisión, así como también el contenedor del depósito 700C, se pueden comparar para detectar la presencia de residuos y/o para determinar el grado de llenado del depósito. Por ejemplo, cuando ingresa un volumen pesado de residuos en el depósito 700C mediante el cepillo 60, el faldón 65 y/o el motor de aspiración 780, los detectores 760 ubicados a lo largo del trayecto de flujo pueden generar una señal de detección baja. No obstante, los detectores 760 ubicados en la superficie interior superior del depósito 700D no detectarán un depósito lleno 700C, si todavía no está lleno. La comparación de las señales de los detectores evita una condición de depósito lleno falsa.

Las figuras 7A-7E ilustran un sistema de detección de residuos por transmisión óptica para detectar residuos dentro del depósito 50. Tal como se muestra en la figura 7A, en algunos ejemplos, el depósito 50 incluye unos emisores 755, ubicados en una superficie interior inferior 51 del depósito 50, y unos detectores 760 ubicados en una superficie interior superior 52 del depósito 50. Los emisores 755 emiten luz que atraviesa el interior del depósito 50 y que se puede detectar mediante los detectores 760. Cuando el interior del depósito 50 no contiene residuos, la luz transmitida procedente de los emisores 755 produce una señal de intensidad relativamente elevada en los detectores 760, debido a que muy poca de la luz transmitida cambia de dirección o se desvía de los detectores 760,

a medida que la luz transmitida pasa a través del interior vacío del depósito 50. Por el contrario, cuando el interior del depósito 50 contiene residuos, al menos parte de la luz transmitida procedente de los emisores 755 se absorbe, refleja o cambia de dirección a medida que la luz golpea los residuos, de modo que una proporción más baja de la luz emitida alcanza los detectores 760. El grado de cambio de dirección o desvío provocado por los residuos en el interior del depósito 50 se correlaciona positivamente con la cantidad de residuos dentro del depósito 50.

Mediante la comparación de las señales generadas por los detectores 760 cuando el depósito 50 no contiene residuos con las lecturas posteriores de las señales obtenidas mediante los detectores 760 a medida que el robot 11 barre y aspira residuos al depósito 50 durante un ciclo de limpieza, se puede determinar la presencia de residuos dentro del depósito 50. Por ejemplo, cuando las señales del detector sondeado posteriormente se comparan con las señales iniciales del detector (p. ej., las señales tomadas cuando el depósito 50 está esencialmente vacío), se puede realizar un determinación de si los residuos acumulados dentro del depósito 50 han alcanzado un nivel suficiente como para activar una condición de depósito lleno.

Una configuración de depósito ejemplar incluye un emisor 755 y dos detectores 760. Otra configuración incluye situar uno o más emisores 755 y detectores 760 en el depósito 51 y orientarlos transversalmente en direcciones mutuamente ortogonales. El robot 11 puede determinar que se han acumulado residuos pesados en la parte inferior del depósito 50 pero no se ha llenado el depósito 50, cuando las señales generadas mediante un primer detector 760 en la superficie interior superior 52 son relativamente bajas y las señales generadas mediante un segundo detector 760 en una pared lateral interior (que detecta la luz transmitida horizontalmente) no cumplen un umbral de depósito lleno. De manera adicional o como alternativa, cuando ambos detectores 760 informan de una señal luminosa recibida relativamente baja se puede determinar que el depósito 50 está lleno.

Haciendo referencia a la figura 7B, en algunas implementaciones, el depósito 50 incluye un detector 760 próximo a un emisor de calibración 805, ambos dispuestos detrás de una pantalla 801 en la superficie interior superior 52 del depósito 50. Un emisor 755 se dispone en la superficie interior inferior 51 del depósito 50. Se obtiene una lectura de la señal de calibración mediante la emisión de luz desde el emisor de calibración 805, que se detecta posteriormente mediante el detector 760 como una primera lectura. La pantalla 801 traslúcida o transparente evita interferencias de emisión entre la transmisión de la luz desde el emisor de calibración 805 hasta el detector 760 con el polvo o los residuos del depósito 50. A continuación, el emisor 755 transmite la luz a través del interior del depósito 50 y el detector 760 toma una segunda lectura de la luz recibida. Al comparar la segunda lectura con la primera lectura se puede determinar si el depósito 50 está lleno de residuos. En algunos ejemplos, el robot 11 incluye sensores 755, 760 situados a lo largo del trayecto de flujo de residuos antes de una boca 53 del depósito 50. Los sensores de depósito lleno 755, 760 pueden detectar residuos que tienden a salir del depósito 50.

Haciendo referencia a la figura 7C, en algunas implementaciones, el depósito 50 incluye dos agrupaciones de emisores 788 y dos detectores 760. Cada agrupación de emisores 788 puede incluir varias fuentes luminosas. Cada una de las fuentes luminosas puede emitir frecuencias luminosas que difieren entre sí dentro de las mismas agrupaciones de emisores 788. Por ejemplo, la variación de las frecuencias luminosas emitida por las fuentes luminosas exhibe diversos niveles de absorción por residuos de tamaños diferentes. Un primer emisor secundario dentro de la agrupación de emisores 788 puede emitir luz a una primera frecuencia, que se absorbe con residuos de tamaño de partícula muy pequeño, mientras un segundo emisor secundario dentro de las agrupaciones de emisores 788 puede emitir luz a una segunda frecuencia que no se absorbe con partículas de residuos de tamaños pequeños. El robot 11 puede determinar si el depósito 50 está lleno incluso cuando el tamaño de partícula de los residuos varía, mediante la medición y comparación de las señales luminosas recibidas procedentes del primer y segundo emisor secundario. Se pueden evitar interferencias no deseadas con el sistema de detección por transmisión óptica empleando emisores secundarios que emiten luz a frecuencias diferentes.

Múltiples agrupaciones de emisores 788 y detectores 760 pueden proporcionar una detección del llenado del depósito mas precisa y fiable en comparación con, por ejemplo, un único par emisor y detector. En el ejemplo mostrado, las múltiples agrupaciones de emisores 788 proporcionan señales que atraviesan el depósito para detectar posibles bloqueos del depósito. Una ubicación de bloqueo posible está cerca de un tabique de mantenimiento de la aspiración intruso 59, que divide parcialmente el depósito 50 en dos compartimentos laterales. De manera adicional o como alternativa, se puede producir un bloqueo cuando los residuos recibidos de un tamaño lo suficientemente grande (p. ej., un papel o una bola de pelo) bloquee y compartimente el depósito 50 al menos temporalmente. En ciertas implementaciones, se produce un bloqueo cuando el desplazamiento, aglutinación, movimiento, vibración o empuje de los residuos dentro del depósito crea uno o más compartimentos en el depósito 50 (p. ej., por medio de patrones sistemáticos de acumulación). Si los residuos se acumulan en un compartimento lateral, pero no en otro, un único par detector puede no detectar dicha acumulación. Un único par detector también puede proporcionar una señal de falso positivo procedente de un elemento o aglutinación de residuos grandes (p. ej., que indica que el depósito 50 está lleno cuando no lo está). Múltiples agrupaciones de emisores 788, ubicadas en la superficie interior inferior 51 del depósito 50, y múltiples detectores 760, ubicados en la superficie interior superior 52 del depósito 50, en dos ubicaciones laterales o frontales a posteriores diferentes cubren más volumen potencial del depósito 50 para una detección del llenado del depósito más precisa y fiable, en comparación con un único par detector con una orientación igual o similar. Se puede utilizar un histograma o promediar las señales de los

detectores del depósito o utilizar XOR o AND en los resultados de más de un haz interrumpido para obtener más positivos verdaderos (que dependen incluso del tiempo desde que comenzó la acumulación).

5 Haciendo referencia a la figura 7D, en ciertas implementaciones, el depósito 50 incluye un sistema de detección por transmisión óptica que incluye dos agrupaciones de emisores 788, teniendo cada una un difusor 790 que difunde la luz infrarroja emitida. La luz difusa transmitida al interior del depósito 50 proporciona una señal de detección más estable generada mediante los detectores 760 con relación a una señal de detección generada a partir de un haz concentrado de luz procedente de una fuente luminosa no difusa, debido al menos a que la luz difusa proporciona un tipo de promediado físico de la señal emitida. Los detectores 760 que reciben las señales luminosas infrarrojas difusas pueden medir una cantidad global de bloqueo frente a la interrupción de únicamente un haz interrumpido en la línea de visión procedente de un emisor.

10 Haciendo referencia a la figura 7E, en ciertas implementaciones, el depósito 50 incluye un tubo luminoso o vía de fibra óptica 792 dispuesto en la superficie interior inferior 51 del depósito 50. La luz emitida desde una fuente luminosa 793 en el depósito 50 viaja a lo largo de la vía de fibra óptica 792 y es emitida desde los terminales de distribución 794. Esta configuración de depósito centraliza la producción de luz a una única fuente luminosa 793, en lugar de suministrar electricidad a varias fuentes luminosas independientes, mientras que distribuye la luz a través del depósito 50. Los terminales de distribución 794 también pueden incluir un difusor 790, tal como se analiza anteriormente con respecto a la figura 7D.

15 Haciendo referencia a las figuras 7F-7H, en algunas implementaciones, el depósito 50 incluye la detección óptica de residuos mediante la transmisión de luz reflejada. En un ejemplo, tal como se muestra en la figura 7F, el depósito 50 incluye un emisor apantallado 756 ubicado cerca de un detector 760. La luz emitida por el emisor apantallado 756 no viaja directamente al detector 760 debido al apantallamiento. No obstante, la luz emitida desde el emisor 756 se refleja en la superficie interior 55 del depósito 50 y recorre un trayecto indirecto hasta los detectores 760. La atenuación de la luz reflejada provocada por los residuos dentro del depósito 50 puede ser comparativamente mayor que en una configuración de transmisión directa, debido a que el trayecto que la luz reflejada debe recorrer dentro del depósito 50 es de manera efectiva, por ejemplo, el doble. Aunque se ilustra que el emisor apantallado 756 y el detector 760 están próximos entre sí, estos pueden estar, de manera adicional o como alternativa, separados entre sí. El emisor 756 y el detector 760 pueden estar situados en la misma superficie o en superficies diferentes.

20 Haciendo referencia a la figura 7G, en ciertas implementaciones, hay dos conjuntos de emisores apantallados 756 y detectores 760, cada uno ubicado en lados horizontales opuestos del interior del depósito 50. En esta configuración, la luz recibida por cada detector 760 puede ser una combinación de luz transmitida de manera directa desde el emisor apantallado 756 ubicado en el lado opuesto del depósito 50, así como también la luz reflejada en la superficie interior 55 procedente del emisor apantallado 756 próximo. En algunos ejemplos, un primer conjunto de emisores apantallados 756 y detectores 760 está ubicado en una superficie del depósito adyacente a un segundo conjunto de emisores apantallados 756 y detectores 760. En un ejemplo, un único par de emisor apantallado 756 y detector 760 está ubicado en una superficie inferior 51 del depósito 50.

25 La figura 7H ilustra una configuración en la que el depósito 50 incluye una pantalla difusiva 412 a lo largo del trayecto de transmisión del emisor apantallado 756 dispuesto en una superficie inferior 51 del depósito 50. La pantalla difusiva 790 difunde la luz emitida desde el emisor apantallado 756, que se refleja en diversas superficies del interior 55 del depósito 50 antes de alcanzar el detector 760, lo que proporciona de ese modo una señal de detección que refleja un área amplia del interior del depósito 50.

30 Haciendo referencia a las figuras 8A-8E, en algunas implementaciones, el depósito 50 incluye un sistema de detección óptica 800 que detecta los residuos en movimiento a través de una combinación de señales transmitidas y reflejadas en el depósito 50. El sistema de detección óptica 800 incluye un primer receptor 802A, un segundo receptor 802B, una primera agrupación de emisores 804A y una segunda agrupación de emisores 804B. Durante la utilización, los residuos 48 entran al depósito 50 a través de la boca 53 y forman una acumulación 49 que se extiende desde la superficie inferior 51 del depósito. A medida que los residuos 48 continúan entrando en el depósito 50, la acumulación 49 puede aumentar de tamaño en una dirección definida desde la superficie inferior 51 hasta la superficie interior superior 52 (compárese las figuras 8A, 8B y 8C). Tal como se describe con más detalle a continuación, las agrupaciones de emisores 804A, B se activan y desactivan de manera secuencial (p. ej., pulsan a una frecuencia esencialmente constante) mientras que los receptores 802A, B se muestrean de manera síncrona para medir las señales transmitidas y reflejadas, y se procesan adicionalmente para detectar los residuos 48 que se mueven pasado el sistema de detección óptica 800 y para determinar si el depósito 50 está lleno de residuos (p. ej., si la acumulación 49 de los residuos 48 tiene las características de tamaño y/o densidad indicativas de una condición de "depósito lleno").

35 Cuando el depósito 50 está vacío (tal como se muestra en la figura 8A) o contiene una acumulación 49 de residuos por debajo de los receptores 802A, B y los emisores 804A, B (tal como se muestra en la figura 8B), la señal transmitida recibida en cada receptor 802A, B es mayor que (p. ej., sustancialmente mayor que) la señal reflejada recibida en el receptor respectivo. A medida que se llena el depósito 50 con residuos 48 (p. ej., durante el

funcionamiento), la magnitud de la señal reflejada puede aumentar con relación a la magnitud de la señal transmitida medida mediante cada receptor 802A, B respectivo. Cuando la acumulación 49 de residuos ha llenado el depósito 50 (tal como se muestra, por ejemplo, en la figura 8C), la señal reflejada es aproximadamente igual a, o mayor que, la señal transmitida medida en el receptor 802A, B respectivo. Tal como se analiza con más detalle a continuación, una comparación de la señal reflejada medida en el receptor 802A con la señal reflejada medida en el receptor 802B puede proporcionar una indicación de si la acumulación 49 de residuos en el depósito 50 es simétrica (figura 8C) o axisimétrica (figuras 8D y 8E).

El primer y segundo receptor 802A, B se disponen en lados esencialmente opuestos de la boca 53 del depósito y separados entre sí a lo largo de la mayor dimensión de la boca 53. El primer y segundo receptor 802A, B están dirigidos en general uno hacia el otro, de modo que cada receptor pueda medir la luz que se origina desde una fuente próxima al otro receptor, tal como se describe con más detalle a continuación. En algunas implementaciones, el primer y segundo receptor 802A, B se soportan en las paredes laterales 57 esencialmente opuestas del depósito 50. La boca 53 puede ser una abertura en un plano esencialmente vertical perpendicular a la superficie de limpieza, cuando el depósito 50 está montado en el cuerpo de robot 31. Por ejemplo, la boca 53 puede ser una abertura esencialmente rectangular, donde las paredes laterales 57 definen los lados cortos de la abertura esencialmente rectangular y la superficie inferior 51 y la parte superior 52 definen los lados largos de la abertura esencialmente rectangular.

En algunas implementaciones, el primer y segundo receptor 802A, B soportados en las paredes laterales 57 esencialmente opuestas del depósito 50 pueden reducir la probabilidad de señales de falsos positivos al proporcionar mediciones redundantes que se pueden comparar entre sí para determinar una condición de depósito lleno o una anomalía en la acumulación de residuos en el depósito. Por ejemplo, si las señales reflejadas recibidas mediante el primer y segundo receptor 802A, B son esencialmente similares, esto puede ser una indicación de que el depósito está lleno. De manera adicional o como alternativa, si la señal reflejada recibida mediante el primer receptor 802A es mayor (p. ej., notablemente mayor) que la señal reflejada recibida mediante el segundo receptor 802B, esto puede ser una indicación de una acumulación axisimétrica de residuos en la parte del depósito más cercana al primer receptor 802A (tal como se muestra, por ejemplo, en la figura 8D). De manera similar, si la señal reflejada recibida mediante el segundo receptor 802B es mayor (p. ej., notablemente mayor) que la señal reflejada recibida mediante el primer receptor 802A, esto puede ser una indicación de una acumulación axisimétrica de residuos en la parte del depósito más cercana al segundo receptor 802B (tal como se muestra, por ejemplo, en la figura 8E). En ciertas implementaciones, las mediciones redundantes proporcionadas mediante el primer y segundo receptor 802A, B pueden detectar una anomalía tal como un papel u otra obstrucción en el área de uno respectivo del primer y segundo receptor 802A, B.

El primer y segundo receptor 802A, B y la primera y segunda agrupación de emisores 804A, B se disponen hacia la superficie interior superior 52 del depósito 50 para desplazar el área de detección hacia la parte superior del depósito 50, donde la mayoría de los residuos entran al depósito 50 en ciertas implementaciones. De manera adicional o como alternativa, situar el primer y segundo receptor 802A, B y la primera y segunda agrupación de emisores 804A, B hacia la superficie interior superior 52 del depósito 50 facilita la detección de depósito lleno (p. ej., reduce la probabilidad de señales de falsos positivos) en implementaciones en las que el depósito 50 se llena desde la superficie inferior 51 hacia la superficie superior 52. En ciertas implementaciones, situar los receptores 802A, B y las agrupaciones de emisores 804A, B hacia la superficie interior superior 52 puede reducir la deterioración de los receptores 802A, B y de las agrupaciones de emisores 804A, B que resulta de la acumulación de residuos en los receptores 802A, B, al menos debido a que la parte superior del depósito 50 es habitualmente la posición de mínima acumulación de residuos.

La primera y segunda agrupación de emisores 804A, B se disponen próximas al primer y segundo receptor 802A, B respectivo y por debajo de estos, de modo que cada agrupación de emisores 804A, B emita una señal de manera esencialmente diagonal a través de al menos una parte de la boca 53. Cada agrupación de emisores 804A, B está orientada de modo que emita una señal a través de la boca 53 del depósito 50, hacia un receptor 802A, B opuesto respectivo. Por ejemplo, la primera agrupación de emisores 804A emite una señal hacia el segundo receptor 802B, de modo que el segundo receptor 802B reciba una parte transmitida (p. ej., no reflejada) de una señal procedente de la primera agrupación de emisores 804A y el primer receptor 802A reciba una parte reflejada de una señal procedente de la primera agrupación de emisores 804A cuando no hay residuos en el depósito 50. La segunda agrupación de emisores 804B y el primer receptor 802A se disponen entre sí de una manera análoga.

Cada agrupación de emisores 804A, B esencialmente no está apantallada y puede incluir una o más fuentes luminosas 806 (p. ej., dos fuentes luminosas). En implementaciones en las que las agrupaciones de emisores 804A, B incluyen más de una fuente luminosa 806, las fuentes luminosas 806 de cada agrupación se disponen una sobre otra y separadas entre sí. En estas implementaciones, dicha separación de múltiples fuentes luminosas 806 puede facilitar la emisión de señales que cubren toda o una parte sustancial de la boca 53 sin ser necesario personalizar las lentes de las fuentes luminosas 806. Las fuentes luminosas 806 se pueden disponer de modo que emitan señales que cubran esencialmente la boca 53 (p. ej., que cubran más de aproximadamente un 50% del área de la boca 53) cuando todas las fuentes luminosas 806 emiten una señal. En ciertas implementaciones, el primer receptor

802A y la primera agrupación de emisores 804B se dispone de manera esencialmente idéntica al segundo receptor 802A y la segunda agrupación de emisores 804B, de modo que, por ejemplo, las señales emitidas mediante la primera agrupación de emisores 804 se intersecan (p. ej., se entrecruzan) con las señales emitidas mediante la segunda agrupación de emisores 804 a lo largo de un eje que biseca esencialmente la boca 53.

- 5 En algunas implementaciones, los receptores 802A, B y las agrupaciones de emisores 804A, B se soportan en el cuerpo de robot 31, inmediatamente antes de la boca 53 del depósito 50, de modo que los receptores 802A, B y las agrupaciones de emisores 804A, B permanezcan dispuestos en el cuerpo de robot 31, cuando el depósito 50 se desacopla del cuerpo de robot 11. Los receptores 802A, B y las agrupaciones de emisores 804A, B pueden estar en comunicación inalámbrica con el microprocesador 245 y/o el microprocesador del depósito 217 (véase la figura 2).
- 10 La comunicación inalámbrica entre el microprocesador 245 y/o el microprocesador del depósito 217 y el sistema de detección óptica 800 puede incluir una o más de las siguientes: comunicación infrarroja, comunicación electromagnética y comunicación por radiofrecuencia.

- Haciendo referencia a la figura 9A, el sistema de detección óptica 800 incluye una rutina de monitorización de residuos 900 para monitorizar el paso de los residuos al depósito. La rutina de monitorización de residuos 900 se puede implementar a través de la comunicación entre el sistema de detección óptica 800 y uno o más del microprocesador del depósito 217 y el microprocesador 245.
- 15

- La primera agrupación de emisores 804A y la segunda agrupación de emisores 804B se activan y desactivan 902 para emitir las señales respectivas a través de la boca 53 del depósito 51. La activación y desactivación 902 se realiza de manera secuencial, de modo que cada una de la primera agrupación de emisores 804A y la segunda agrupación de emisores 804B se desactiven durante un primer intervalo de tiempo, la primera agrupación de emisores 804A se active y la segunda agrupación de emisores 804B se desactive durante un segundo intervalo de tiempo, y la primera agrupación de emisores 804A se desactive y la segunda agrupación de emisores 804B se active durante un tercer intervalo de tiempo. En algunas implementaciones, la activación y desactivación 902 de la primera y segunda agrupación de emisores 804A, B se repite a una frecuencia esencialmente constante de aproximadamente 0,5 kHz a aproximadamente 20 kHz (p. ej., de aproximadamente 1 kHz).
- 20
- 25

- Se mide 904 el primer receptor 802A. La medición se puede realizar con una periodicidad esencialmente constante de aproximadamente 0,25 kHz a aproximadamente 10 kHz (p. ej., de aproximadamente 4 kHz). En algunas implementaciones, el segundo receptor 802B se mide de una manera análoga. Las señales medidas procedentes del primer receptor 802A y el segundo receptor 802B pueden reducir la probabilidad de mediciones de falsos positivos mediante, por ejemplo, comparación de las señales medidas procedentes del primer receptor 802A y el segundo receptor 802B. De manera adicional o como alternativa, las señales medidas procedentes del primer receptor 802A y el segundo receptor 802B se pueden utilizar para determinar si los residuos entran al depósito 50 desde el lado derecho o desde el lado izquierdo.
- 30

- El movimiento de residuos a través de la boca 53 se detecta 906 en función de, al menos en parte, una primera medición obtenida cuando cada una de la primera y segunda agrupación de emisores 804A, B esta desactivada, una segunda medición obtenida cuando la primera agrupación de emisores 804A está activada y la segunda agrupación de emisores 804B está desactivada, y una tercera medición obtenida cuando la primera agrupación de emisores 804A está desactivada y la segunda agrupación de emisores 804B está activada. Por ejemplo, detectar 906 el movimiento de residuos a través de la boca 53 puede incluir comparar un valor instantáneo de una medición con su valor promedio respectivo. El impacto de la luz ambiental se puede filtrar mediante el ajuste de las magnitudes de la segunda y tercera medición en función de, al menos en parte, la primera medición, realizada con ambas agrupaciones de emisores 804A, B desactivadas. De manera adicional o como alternativa, tal como se describe con más detalle a continuación, se puede determinar un brillo base por medio de una rutina de calibración dinámica iniciada, por ejemplo, en función de, al menos en parte, la detección de una condición de iniciación.
- 35
- 40

- En algunas implementaciones, la primera, segunda y tercera medición se procesan como una función del tiempo y se detectan los cambios en al menos una de las mediciones procesadas (p. ej., al menos una de la segunda y tercera medición procesada). Por ejemplo, el procesamiento como una función del tiempo puede incluir un filtro paso bajo para referenciar el valor medido a un valor promedio. Dicho filtrado de paso bajo puede reducir la variación de sensor a sensor y por tanto, por ejemplo, mejorar la robustez de la detección de residuos utilizando el sistema de detección óptica de residuos 800.
- 45
- 50

- La detección 906 de los residuos a través de la boca 53 del depósito 51 puede incluir generar una señal para iniciar una rutina de cobertura de manchas para mover el robot 11 sobre un área correspondiente a los residuos detectados, tal como se describe con detalle a continuación. En ciertas implementaciones, la iniciación de dicha rutina de cobertura de manchas se basa, al menos en parte, en una cantidad cuantificada de residuos. Por ejemplo, la rutina de cobertura de manchas se puede iniciar y/o ajustar si se detecta una gran cantidad de residuos en un área dada.
- 55

Para una mayor claridad de la descripción, la rutina de monitorización de residuos 900 se ha descrito como la monitorización del paso de residuos al depósito de residuos, en función de las señales de medición en el primer

receptor 802A. No obstante, cabe destacar que la rutina de monitorización de residuos 900 puede incluir, de manera adicional o como alternativa, unas mediciones análogas de señales en el segundo receptor 802B.

5 En algunas implementaciones, haciendo referencia a la figura 9B, el sistema de detección óptica 800 incluye una rutina de cuantificación de residuos 975. La rutina de cuantificación de residuos 975 se puede implementar por medio de la comunicación entre el sistema de detección óptica 800 y uno o más del microprocesador del depósito 217 y el microprocesador 245.

10 La rutina de cuantificación de residuos 975 incluye asignar 978 de manera periódica una puntuación a los residuos que pasan a través de la boca 53. La puntuación se puede basar, al menos en parte, en la cantidad de luz determinada que es bloqueada por los residuos, que se puede cuantificar esencialmente en función de una o más de las siguientes: la magnitud de la señal de residuos medida (indicativa del tamaño de los residuos) y la duración de la señal de residuos medida (indicativa de la concentración de residuos). La puntuación de residuo asignada se añade 980 a las puntuaciones de residuo anteriores. La adición 980 de la puntuación de residuo actual a las puntuaciones de residuo anteriores puede incluir disminuir 988 de manera regular la suma en ese momento de las puntuaciones de residuo en una cantidad fija. Dicha disminución regular se denomina a veces como integración "con pérdidas" y puede reducir la probabilidad de que residuos pequeños y ligeros (p. ej., fibras de alfombras sueltas u otros residuos "ambientales" que forman parte de la superficie que se limpia) se detecten como residuos, al tiempo que aún permite detectar piezas grandes de residuos y altas concentraciones de residuos pequeños. La cantidad de disminución puede ser un valor fijo. De manera adicional o como alternativa, la cantidad de disminución se puede ajustar (p. ej., ajustar de manera manual) en función de la superficie que se limpia, de modo que las superficies con desprendimiento (p. ej., alfombras) tendrán una disminución mayor en general que las superficies sin desprendimiento (p. ej., suelos de madera dura).

15 Si la puntuación de residuo sumada es mayor que un umbral 982, se genera 984 una señal de detección de suciedad y se reinicia 986 la puntuación de residuo sumada (p. ej., reinicio a cero). Si la puntuación de residuo sumada no es mayor que el umbral 982, se continuará con la asignación 978 de puntuaciones de residuo periódicas y se añadirán 980 a las puntuaciones de residuo anteriores. El umbral para determinar la generación de la señal de residuos puede ser un valor fijo almacenado en el microprocesador del depósito 217. En ciertas implementaciones, el umbral puede ser menor al principio del ciclo de limpieza (p. ej., cuando la señal de residuos detectados es más probable que sea indicativa de residuos en el suelo) que al final del ciclo de limpieza. De manera adicional o como alternativa, el umbral puede aumentar cuanto más a menudo se detecten residuos. Esto puede reducir la probabilidad de que el robot 11 recorra un patrón de cobertura de manchas demasiadas veces.

25 Haciendo referencia a la figura 9C, en algunas implementaciones, el sistema de detección óptica 800 incluye una rutina de detección de depósito lleno 990 para determinar si el depósito 50 está lleno de residuos. La rutina de detección de depósito lleno 990 se puede implementar por medio de la comunicación entre el sistema de detección óptica 800 y uno o más del microprocesador del depósito 217 y el microprocesador 245.

35 La primera agrupación de emisores 804A y la segunda agrupación de emisores 804B se activan y desactivan 992 para emitir las señales respectivas a través de la boca 53 del depósito 51 y se mide 994 el primer receptor 802A. La activación y desactivación 992 y la medición 994 son análogos a la activación y desactivación y medición descritas anteriormente con respecto a la rutina de monitorización de residuos 900, de modo que, en algunas implementaciones, se utiliza el mismo conjunto de medidas como parte de la rutina de monitorización de residuos 900 y la rutina de detección de depósito lleno 990.

40 La cantidad de residuos en el depósito se determina 996 en función de, al menos en parte, la comparación de una primera señal reflejada con una primera señal transmitida, donde la señal reflejada se obtiene a partir de una medición mediante el primer receptor 802A, cuando se activa la primera agrupación de emisores 804A y se desactiva la segunda agrupación de emisores 804B, y la señal transmitida se obtiene a partir de una medición mediante el primer receptor 802A, cuando se desactiva la primera agrupación de emisores 804A y se activa la segunda agrupación de emisores 804B.

45 Para mayor claridad de la descripción, la rutina de detección de depósito lleno 990 se ha descrito como que determina si el depósito está lleno en función de las señales de medición en el primer receptor 802A. No obstante, cabe destacar que la rutina de monitorización de residuos 900 puede incluir, de manera adicional o como alternativa, mediciones análogas de señales en el segundo receptor 802B.

50 Haciendo referencia a la figura 9D, determinar 996 si el depósito 50 está lleno de residuos puede incluir una rutina para fijar un umbral 1050. La rutina para fijar un umbral 105 se puede implementar por medio de la comunicación entre el sistema de detección óptica 800 y uno o más del microprocesador del depósito 217 y el microprocesador 245.

55 La rutina para establecer un umbral 1050 incluye comparar 1052 una señal reflejada medida con una señal transmitida medida (p. ej., las señales reflejada y transmitida medidas mediante el primer receptor 802A y/o el segundo receptor 802B). En algunas implementaciones, la comparación 1052 de la señal reflejada medida con la

- 5 señal transmitida medida se basa en un valor promedio (p. ej., promedio temporal) de cada señal. Dicho promedio puede reducir la probabilidad de resultados de falsos positivos de depósito lleno mediante, por ejemplo, la reducción del impacto de condiciones falsas y/o transitorias sobre la detección de depósito lleno. En ciertas implementaciones, la señal reflejada medida y la señal transmitida medida se comparan 1052 con una periodicidad de 1 Hz a 100 Hz (p. ej., de aproximadamente 60 Hz).
- 10 Si la señal reflejada medida es menor que la señal transmitida medida 1054, la rutina para establecer un umbral 1050 continua comparando la señal reflejada medida con la señal transmitida medida. Dicha condición representa un depósito que está relativamente vacío ya que la luz emitida por una agrupación de emisores (p. ej., las agrupaciones de emisores 804A, B) alcanza en general un receptor (p. ej., los receptores 802A, B) dispuesto a través de la boca 53 del depósito. Si la señal reflejada medida es mayor que, o igual a, la señal transmitida medida 1054, la señal reflejada se compara con la señal transmitida para determinar 1066 si ambas señales son menores que un valor objetivo mínimo (p. ej., igual a cero o aproximadamente igual a cero). Esto refleja una condición anómala, tal como un llenado extremadamente rápido del depósito. Si ambas señales son iguales a cero se genera 1062 una señal de depósito lleno.
- 15 El valor para el cual la señal reflejada pasa a ser mayor que, o igual a, la señal transmitida se denomina como valor de cruce y representa en general una indicación de que el depósito se está llenando, ya que la luz emitida por una agrupación de emisores se transmite y dispersa en cantidades aproximadamente iguales a medida que es dirigida a través de la boca 53 del depósito. En general, establecer el valor umbral como una función del valor de cruce del receptor puede servir para autocalibrar la detección de depósito lleno.
- 20 En algunas implementaciones, establecer 1056 el umbral incluye multiplicar el valor de cruce por un múltiplo fijo (p. ej., doblar el valor de cruce). En ciertas implementaciones, establecer 1056 el umbral incluye multiplicar el valor de cruce por un valor proporcional (p. ej., directamente proporcional, inversamente proporcional) al valor del punto de cruce. De manera adicional o como alternativa, establecer 1056 el umbral puede incluir multiplicar el valor de cruce por un valor proporcional (p. ej., directamente proporcional, inversamente proporcional) a la cantidad de tiempo en la que se alcanzó el punto de cruce y/o a la señal transmitida máxima.
- 25 El valor umbral establecido se puede reducir 1058 con una disminución regular con el tiempo. Esto puede garantizar que se alcanzará en última instancia una condición de depósito lleno y, por tanto, se reduce la probabilidad de que el robot 11 continuará intentando limpiar en caso de un error o una condición anómala.
- 30 La señal reflejada se compara 1060 con el umbral establecido. Dado que el proceso de llenado del depósito es lento en general, esta comparación se puede realizar a una frecuencia relativa de aproximadamente 1 Hz a aproximadamente 100 Hz (p. ej., de aproximadamente 60 Hz).
- 35 Si la señal reflejada es mayor que el umbral establecido o igual a este, se genera 1062 una señal de depósito lleno. En algunas implementaciones, el valor umbral se establece como un promedio de las señales medidas mediante el primer y segundo receptor 802A, B. De manera adicional o como alternativa, la generación 1062 de una señal de depósito lleno se puede basar al menos en una comparación del umbral con un promedio de las señales reflejadas, medidas mediante el primer y segundo receptor 802A, B. Tal como se describe con más detalle a continuación, esta señal de depósito lleno se puede utilizar para alertar al usuario de la condición de depósito lleno. En ciertas implementaciones, la señal de depósito lleno se utiliza para iniciar una rutina de navegación con el fin de encontrar una estación de acoplamiento (p. ej., la estación de mantenimiento 1250). De manera adicional o como alternativa,
- 40 la generación 1062 de la señal de depósito lleno puede deshabilitar al menos una parte del cabezal de limpieza 40, de modo que no se succionen residuos adicionales al depósito 50.
- 45 La señal reflejada continua siendo comparada con la señal transmitida para determinar 1064 si la señal reflejada se hace menor que, o igual a, la señal transmitida, después de haber sido mayor que la señal transmitida (esto se denomina a veces como “descruzar”). Si la señal reflejada es mayor que, o igual a, la señal transmitida y se establece el valor umbral, el valor umbral continua reduciéndose 1058 hasta que la señal reflejada es mayor que el umbral o igual a este. Si la señal reflejada se hace menor que la señal transmitida después de que se ha establecido el valor umbral, se reinicia 1067 el valor umbral (p. ej., se establece a un valor grande y/o se reinicia un señalizador) y la señal reflejada se continua comparando con la señal transmitida 1054 para determinar 1054 un nuevo punto de cruce y establecer 1056 un nuevo umbral. Dicho reinicio dinámico del umbral reduce la probabilidad de que la
- 50 detección de falsos positivos de depósito lleno resulte a partir de, por ejemplo, residuos que se introducen en el depósito de residuos 50 y posteriormente lo desalojan.
- Aunque el sistema de detección óptica 800 se ha descrito como que se implementa en un dispositivo de limpieza robótico autónomo, el sistema de detección óptica 800 se puede incorporar, de manera adicional o como alternativa, en un dispositivo de limpieza no autónomo (p. ej., una aspiradora convencional).
- 55 La señal de residuos procedente de un sistema de detección de residuos (p. ej., un sistema de detección óptica tal como el sistema de detección óptica 800 o un sistema de detección de residuos piezoeléctrico) se puede utilizar para alterar el funcionamiento del robot 11, que incluye seleccionar un modo de comportamiento (tal como entrar en

un modo de limpieza de manchas), cambiar una condición de funcionamiento (tal como la velocidad, la potencia u otra), orientarse en la dirección de los residuos (en particular cuando se utilizan unos sensores a izquierda y derecha separados para crear una señal diferencial), o realizar otras acciones. Por ejemplo, en función de al menos una señal de residuos detectados, el robot 11 puede iniciar de manera esencialmente inmediata el movimiento a través de un patrón de cobertura de manchas, que incluye los patrones de cobertura de manchas descritos con más detalle a continuación. El microprocesador 25 puede mover el robot 11 a través de uno o más de los patrones de cobertura de manchas que se ofrecen a continuación controlado el conjunto de impulsión 210 en función de, al menos en parte, una señal recibida desde el giroscopio 71. Por ejemplo, la señal recibida desde el giroscopio 71 puede permitir que el robot 11 se mueva en una dirección relativa a los residuos detectados y/o vuelva a la posición de los residuos detectados.

Haciendo referencia a la figura 9E, en algunas implementaciones, el sistema de detección óptica 800 incluye una rutina de calibración dinámica 1100 para establecer 1116 el brillo base utilizado para la detección de residuos (p. ej., a través de la rutina de monitorización de residuos 900 mostrada en la figura 9A y descrita anteriormente). Tal como se indica anteriormente, se puede sustraer el brillo base de las señales posteriores recibidas en los receptores 802A, B para mejorar, por ejemplo, la precisión de la detección de residuos. En algunas implementaciones, la rutina de calibración 1100 puede activar y/o desactivar un indicador de depósito lleno (p. ej., el indicador de depósito lleno 1015 en la figura 12A) en función de, al menos en parte, la determinación de si el depósito está lleno. La rutina de calibración dinámica 1100 se puede implementar por medio de la comunicación entre el sistema de detección óptica 800 y uno o más del microprocesador del depósito 217 y el microprocesador 245.

La rutina de calibración dinámica 1100 incluye aplicar 1104 un primer ciclo de trabajo con modulación de anchura de pulso a la primera agrupación de emisores 804A si se detecta 1102 una condición de iniciación y medir 1106 la señal procedente de la primera agrupación de emisores 804A en el segundo receptor 802B. Si se determina 1110 que el ciclo de trabajo de la primera agrupación de emisores 804A es mayor que un límite, se aplica 1108 un segundo ciclo de trabajo con modulación de anchura de pulso a la primera agrupación de emisores 804A y se mide 1112 una segunda señal en el segundo receptor 802B. Si la diferencia entre la primera señal medida y la segunda señal medida es mayor que un umbral, la segunda señal medida 1112 se establece 1116 como el brillo base. Tal como se utiliza en la presente, una modulación de anchura de pulso hace referencia a controlar el valor promedio de la potencia suministrada a una carga (p. ej., el primer emisor 804A) conectando y desconectando la potencia a la carga a un ritmo rápido, y el ciclo de trabajo describe la proporción de tiempo "conectado" con respecto al intervalo regular. Por tanto, en comparación con un ciclo de trabajo con modulación de anchura de pulso más baja, un ciclo de trabajo con modulación de anchura de pulso más elevada se corresponde con una mayor potencia proporcionada a la carga ya que la potencia está "conectada" durante un período de tiempo más prolongado.

Detectar 1102 la condición de iniciación puede incluir detectar la inserción del depósito 50 en el cuerpo de robot 31. De manera adicional o como alternativa, detectar 1102 una condición de iniciación puede incluir detectar la aplicación de potencia (p. ej., la inserción de una batería 25 en el cuerpo de robot 31 y/o la posición de un interruptor de potencia) al limpiador robótico autónomo 11. En algunas implementaciones, detectar 1102 la condición de iniciación puede incluir activar un indicador de depósito lleno en función de, al menos en parte, la detección de la condición de iniciación. Por ejemplo, tras la detección 1102 de la inserción del depósito 50 en el cuerpo de robot 31 se puede activar un indicador de depósito lleno. Tal como se utiliza en la presente, un indicador de depósito lleno puede incluir un indicador visual (p. ej., un diodo de emisión de luz y/o un mensaje de texto en una interfaz de usuario) y/o un indicador audible (p. ej., una alarma).

Aplicar 1104 el primer ciclo de trabajo con modulación de anchura de pulso al primer emisor 804A puede incluir aplicar un ciclo de trabajo con modulación de anchura de pulso máxima al primer emisor 804A.

Medir 1106 la primera señal en el segundo receptor 802B puede incluir medir la parte no reflejada de la señal procedente de la primera agrupación de emisores 804A. Por ejemplo, tal como se describe anteriormente, la primera agrupación de emisores 804A se puede disponer de modo que emita una señal a través de al menos una parte de la boca 53 del depósito 50. De manera adicional o como alternativa, medir 1106 la primera señal en el segundo receptor 802B puede incluir medir una parte reflejada de la señal procedente del segundo emisor 804B próximo al segundo receptor.

Aplicar 1108 el segundo ciclo de trabajo con modulación de anchura de pulso a la primera agrupación de emisores 804A incluye reducir el ciclo de trabajo con modulación de anchura de pulso con respecto al primer ciclo de trabajo con modulación de anchura de pulso. En algunas implementaciones, el segundo ciclo de trabajo con modulación de anchura de pulso se reduce en un porcentaje fijo con respecto al ciclo de trabajo con modulación de anchura de pulso anterior. De manera adicional o como alternativa, el segundo ciclo de trabajo con modulación de anchura de pulso se puede reducir en porcentajes progresivamente mayores con cada iteración de aplicar 1108 el segundo ciclo de trabajo con modulación de anchura de pulso al primer emisor 804A.

Determinar 1110 si el ciclo de trabajo con modulación de anchura de pulso de la primera agrupación de emisores 804A es mayor que un límite puede incluir comparar el ciclo de trabajo con modulación de anchura de pulso de la

primera agrupación de emisores 804A con un límite almacenado en uno o más del microprocesador del depósito 217 y el microprocesador 245. Por ejemplo, el límite puede ser menor de un 90 por ciento (p. ej., menor de un 50 por ciento, menor de un 40 por ciento) del ciclo de trabajo con modulación de anchura de pulso máxima de la primera agrupación de emisores 804A. De manera adicional o como alternativa, el límite puede ser cualquier valor mayor de

5

Si la determinación 1110 es que el ciclo de trabajo con modulación de anchura de pulso de la primera agrupación de emisores 804A es menor que el límite mientras la diferencia entre la primera señal medida y la segunda señal medida es menor que el umbral, la rutina de calibración dinámica 1100 puede finalizar. Dicha terminación de la rutina de calibración dinámica 800 indica que la señal medida en la primera agrupación de emisores 804A no cambia lo suficiente con un cambio correspondiente en la primera y segunda señal medida. Este cambio insuficiente de la señal medida en la primera agrupación de emisores 804 puede indicar que había residuos en el depósito 50 durante la condición de iniciación. Por ejemplo, un cambio insuficiente de la señal medida en la primera agrupación de emisores 804A puede indicar que había residuos en el depósito 50 cuando se insertó el depósito 50 en el cuerpo de robot 31. De manera adicional o como alternativa, un cambio insuficiente de la señal medida en la primera agrupación de emisores 804A puede indicar que había residuos en el depósito 50 cuando se insertó una batería en el cuerpo de robot 31 y/o cuando se proporcionó potencia al sistema de detección óptica 800. En consecuencia, en implementaciones en las que el indicador de depósito lleno se activa en función de, al menos en parte, la detección de la condición de iniciación 1102, el indicador de depósito lleno puede permanecer activado tras la terminación de la rutina de calibración dinámica 1100.

10

15

20

Medir 1112 la segunda señal en el segundo receptor 802B puede ser análogo a medir 1106 la primera señal en el segundo receptor 802B.

Determinar 1114 si la diferencia entre la primera señal medida y la segunda señal medida es mayor que un umbral, puede incluir comparar la primera señal medida con la segunda señal medida después de que cada señal se haya procesado. Por ejemplo, cada una de la primera y segunda señal medida se puede procesar a través de un filtro paso bajo. El umbral utilizado en la determinación 1114 puede ser una constante almacenada en uno o más del microprocesador del depósito 21 y el microprocesador 245.

25

Si la determinación 1114 es que la diferencia entre la primera señal medida y la segunda señal medida es menor que el umbral o igual a este, se disminuye 1115 el segundo ciclo de trabajo con modulación de anchura de pulso con respecto al segundo ciclo de trabajo con modulación de anchura de pulso de ciclo de la iteración anterior. En algunas implementaciones, se disminuye 1115 el segundo ciclo de trabajo con modulación de anchura de pulso de ciclo entre aproximadamente un 1 por ciento y aproximadamente un 30 por ciento (p. ej., aproximadamente un 10 por ciento) en cada iteración sucesiva. En ciertas implementaciones, se disminuye 1115 el segundo ciclo de trabajo con modulación de anchura de pulso en cantidades progresivamente mayores en cada iteración sucesiva.

30

Si la determinación 1114 es que la diferencia entre la primera señal medida y la segunda señal medida es mayor que el umbral, la segunda señal medida se establece como el brillo base (p. ej., a través del almacenamiento en uno o más del microprocesador del depósito 21 y el microprocesador 245). De manera adicional o como alternativa, se puede desactivar un indicador de depósito lleno en función de, al menos en parte, la determinación 1114 de que la diferencia entre la primera señal medida y la segunda señal medida es mayor que el umbral. Por ejemplo, la determinación 1114 de una diferencia mayor que el umbral puede ser una indicación de que el depósito 50 no está lleno tras la condición de iniciación y, por tanto, se puede desactivar el indicador de depósito lleno.

35

40

Aunque la rutina de calibración dinámica 1100 se describe en la presente como que se basa en las señales emitidas desde la primera agrupación de emisores 804A y recibidas en el segundo receptor 802B, cabe destacar que la rutina de calibración dinámica 1100 se puede basar, de manera adicional o como alternativa, en señales emitidas desde la segunda agrupación de emisores 804B y recibidas en el primer receptor 802A.

45

Haciendo referencia a la figura 10A, el robot 11 puede incluir un modo de limpieza de manchas (denominado a veces como modo de cobertura de manchas) que incluye un patrón de estrella 1150 que tiene pares 155 de franjas salientes 1152 y franjas entrantes 1153 que emanan desde una región central 1151. Cada par 155 de franjas 1152, 1153 define un ángulo incluido α y está estratificado de manera angular con respecto a un par 155 adyacente de franjas 1152, 1153 mediante un ángulo externo β . El patrón de ida y vuelta repetido del patrón de estrella 1150 puede imitar de manera aproximada el patrón de limpieza utilizado habitualmente por los operarios de aspiradores manuales.

50

Para maniobrar a través del patrón de estrella, el robot 11 se mueve en una dirección hacia delante de desplazamiento desde una región central 1151 a lo largo de una franja saliente 1152 e invierte la dirección para volver a la región central 1151 a lo largo de una franja entrante 1153. Este proceso se puede repetir, de modo que el robot 11 trace el patrón de estrella 1150 correspondiente a la pluralidad de pares 155 de franjas 1152, 1153. El patrón de estrella 1150 se puede extender 180 grados en torno a la región central 1151. En ciertas implementaciones, la región central 1151 está orientada esencialmente centrada con relación a un área de residuos

55

1154 detectados. En algunas implementaciones, la región central 1151 está orientada de manera esencialmente periférica con relación a un área de residuos 1154 detectados.

5 El robot 11 se puede mover a través del patrón de estrella 1150 en una dirección horaria o antihoraria. Por ejemplo, la dirección de movimiento del robot 11 a través del patrón de estrella 1150 se puede basar, al menos en parte, en una determinación de la dirección de los residuos (p. ej., basar en una comparación de las señales medidas en el primer y segundo receptor 802A, B del sistema de detección óptica 800).

10 La longitud de la franja saliente 1152 puede ser una longitud fija. Por ejemplo, la longitud de la franja saliente 1152 puede estar entre 0,5 y 5 (p. ej., 1) veces una dimensión del robot 11 (p. ej., la dimensión de delante a atrás del robot). A modo de otro ejemplo, la longitud de la franja saliente 1152 puede ser una función de una cantidad de residuos detectados mediante el sistema de detección de residuos en la región central 1151, de modo que la longitud de la franja saliente 1152 sea inversamente proporcional a la cantidad de residuos detectados mediante el sistema de detección de residuos en la región central 1151, de modo que el robot 11 se mueva a través de un patrón de estrella 1150 más pequeño en áreas de concentración elevada de residuos.

15 En ciertas implementaciones, la longitud de la franja saliente 1152 puede ser una longitud variable. Por ejemplo, el robot 11 puede continuar a lo largo de la franja saliente 1152 hasta que una cantidad detectada de residuos se encuentre por debajo de una cantidad umbral (p. ej., que indica el perímetro de un área de gran densidad de residuos).

20 El ángulo incluido α entre cada franja saliente 1152 y una franja entrante 1153 correspondiente es de 0 a 45 grados. En ciertas implementaciones, el ángulo incluido α se barre mediante el giro del robot 11 (horario o antihorario) sustancialmente en el sitio al final de la franja saliente 1152, antes de invertir la dirección del robot 11 para moverse a lo largo de la franja entrante 1153. En algunas implementaciones, el valor del ángulo incluido α se basa, al menos parcialmente, en una cantidad de residuos detectados mediante el sistema de detección de residuos (p. ej., sistema de detección óptica 800). Por ejemplo, el ángulo α se puede determinar, al menos parcialmente, mediante la cantidad de residuos detectados a medida que el robot 11 se mueve desde la región central 1151, a lo largo de la franja saliente 1152. En dicha implementación, la detección de una cantidad relativamente grande de residuos a lo largo de la franja saliente 1152 puede dar como resultado un ángulo incluido α pequeño, de modo que exista una superposición significativa en los trayectos limpiados por el robot a lo largo de las franjas entrante y saliente 1152, 1153.

30 En ciertas implementaciones, el ángulo externo β entre pares 1155 de franjas adyacentes es mayor de 0 grados y menor de aproximadamente 90 grados. El ángulo externo β se puede fijar con relación al ángulo incluido α . Por ejemplo, el ángulo externo β puede ser sustancialmente igual al ángulo incluido α . De manera adicional o como alternativa, el ángulo externo β se puede establecer de acuerdo con uno o más de los criterios descritos anteriormente con respecto al ángulo incluido α .

35 En algunas implementaciones, el ángulo externo β está entre aproximadamente -90 grados y aproximadamente 90 grados. En dichas implementaciones, el robot 11 se puede mover a lo largo del patrón de estrella 1150 moviéndose tanto de manera horaria como antihoraria, de modo que pares 1155 de franjas adyacentes se puedan superponer parcialmente y en algunos casos completamente.

40 En ciertas implementaciones, los sensores de desnivel 30A y 30B (mostrados en la figura 1B) dispuestos a lo largo de las partes delantera y posterior 31A, B respectivas del robot 11 pueden reducir la probabilidad de que el robot 11 maniobre sobre un desnivel mientras ejecuta el patrón de estrella 1150 u otro patrón de limpieza que incluya un movimiento hacia delante y hacia atrás repetido. Por ejemplo, los sensores de desnivel 30A dispuestos a lo largo de la parte delantera del robot 31A pueden detectar un desnivel potencial delante del robot 11 a medida que el robot se mueve en la dirección hacia delante, y los sensores de desnivel 30B dispuestos a lo largo de la parte posterior del robot 31B pueden detectar un desnivel potencial por detrás del robot 11. En respuesta a que se detecte un posible desnivel mediante los sensores de desnivel 30A y/o los sensores de desnivel 30B, el robot 11 puede abortar el patrón de cobertura de manchas y, por ejemplo, iniciar un comportamiento de evitación y/o escape. Por tanto, en comparación con un robot con sensores de desnivel a lo largo únicamente de una parte delantera, el robot 11 puede ejecutar un conjunto más variado de patrones de limpieza que incluyen, por ejemplo, patrones de limpieza que no requieren que el robot 11 se encuentre en una orientación delantera específica.

50 En ciertas implementaciones, haciendo referencia a la figura 10B, el robot 11 incluye un modo de limpieza de manchas que incluye un patrón de "trenza africana" 1180 que tiene repetidas filas 1182 adyacentes. El robot 11 puede iniciar el movimiento a través del patrón de trenza africana 1180 en función de, al menos parcialmente, la detección de residuos 1184 en la superficie de limpieza. De manera adicional o como alternativa, cada fila 1182 se puede extender sustancialmente perpendicular a una dirección detectada de los residuos 1184 (p. ej., según se detecta mediante el primer y segundo receptor 802A, B del sistema de detección óptica 800).

El robot 11 se puede mover a lo largo del patrón de trenza africana 1180 moviéndose a lo largo de una fila 1182a hasta que una cantidad de residuos detectados (p. ej., según se determina mediante el sistema de detección óptica

800) se encuentra por debajo de un umbral y a continuación mover el robot 11 en una dirección esencialmente opuesta a lo largo de una fila adyacente 1182b, y repetir este patrón durante un período fijo de tiempo o hasta que el robot 11 se mueva a través de una o más filas sin detectar una cantidad de residuos por encima del umbral.

5 En algunas implementaciones, el robot se mueve a lo largo de filas 1182a, b adyacentes de modo que las filas 1182a, b adyacentes se superpongan. La cantidad de superposición puede ser una cantidad fija tal como, por ejemplo, un múltiplo fijo (p. ej., la mitad) del tamaño del cabezal de limpieza. De manera adicional o como alternativa, la cantidad de superposición entre ciertas filas 1182a, b adyacentes se puede basar, al menos en parte, en la cantidad de residuos 1184 detectados por el robot 11, siendo el grado de superposición directamente proporcional a la cantidad de residuos 1184 detectados.

10 Aunque el robot 11 se ha descrito como que funciona en un modo de cobertura de manchas para moverse a través del patrón de estrella 1150 y el patrón de trenza africana 1180 en función de, al menos en parte, una señal de residuos detectados, de manera adicional o como alternativa, hay otros tipos de patrones posibles. Por ejemplo, el robot 11 se puede mover a través de un patrón de espiral hacia dentro, un patrón de espiral hacia fuera y/o un patrón en zigzag.

15 Haciendo referencia a la figura 11, en algunas implementaciones, el robot 11 incluye una cámara 1190 dispuesta hacia la parte delantera del robot 11, con un campo de visión más allá del perímetro del robot 11. Esta cámara 1190 puede estar en comunicación con el microprocesador 245, de modo que el movimiento del robot 11 sobre la superficie de limpieza se puede basar, al menos en parte, en la detección de residuos y/o un obstáculo mediante la cámara 1190. Por ejemplo, el microprocesador 245 puede procesar la señal procedente de la cámara 1190 para reconocer los residuos en la superficie de limpieza y maniobrar el robot 11 hacia los residuos.

De manera adicional o como alternativa, el microprocesador 245 puede procesar la señal procedente de la cámara 1190 para reconocer los obstáculos y/o residuos en el entorno del robot 11 y maniobrar el robot 11 para evitar los obstáculos y/o residuos mayores de un umbral de tamaño específico (p. ej., un valor menor de aproximadamente la abertura más pequeña definida por el cabezal de limpieza).

25 Haciendo referencia a las figuras 12A-12B, en algunas implementaciones, el robot 11 incluye unos terminales de comunicación del robot 1012 y el depósito 50 incluye unos terminales de comunicación del depósito 1014. La información referente al estado de depósito lleno se transmite desde el depósito 50 hasta el robot 11, por ejemplo, mediante los terminales de comunicación 1012, 1014. De manera adicional o como alternativa, una señal de detección de desnivel procedente de uno o más de los sensores de desnivel posteriores 30B dispuestos en el depósito 50 se transmite desde el depósito hasta el robot 11 mediante los terminales de comunicación 1012, 1014. En algunas implementaciones, los terminales de comunicación del depósito 1014 contactan con los terminales de comunicación del robot 1012 correspondientes, cuando el depósito 50 está unido al robot 11. En algunos ejemplos, los terminales de comunicación 1012, 1014 incluyen unos puertos serie que trabajan de acuerdo con un estándar de comunicación serie adecuado (p. ej., RS-232, USB o un protocolo propietario).

35 En algunos ejemplos, el robot 11 incluye un demodulador/decodificador 29 a través del cual se dirige la electricidad desde la batería 25 a través de los terminales de comunicación 1012, 1014 y hasta el depósito 50. Las líneas eléctricas/de comunicación del depósito 1018 suministran electricidad al motor de aspiración 780, al microcontrolador del depósito 217 y al sensor de desnivel posterior 30B. El microcontrolador del depósito 217 monitoriza el estado de depósito lleno comunicado por el sistema de detección de residuos 700 en el depósito 50 y se combina con una señal de información sobre la electricidad que se transmite sobre las líneas del lado del depósito 1018. La señal de información combinada se transmite a continuación al demodulador/decodificador 29 del robot 11. El microprocesador 245 del robot 11 procesa la indicación de depósito lleno a partir de la señal de información combinada, por ejemplo, en las líneas eléctricas 1018.

45 En ciertas implementaciones, el microcontrolador del depósito 217 monitoriza el estado de depósito lleno comunicado por el sistema de detección de residuos 700 en el depósito 50 (p. ej., de manera independiente de un controlador del robot), lo que permite utilizar el depósito 50 en robots sin un sistema de detección de residuos 700. Puede ser necesario actualizar un software de robot para la actualización del depósito.

50 En algunas implementaciones, tal como se muestra en la figura 12A, el depósito 50 incluye una fuente de alimentación del depósito 1013 (p. ej., una batería) en comunicación eléctrica con el microcontrolador del depósito 217, el motor de aspiración 780, un indicador de depósito lleno 1015 y/o un sensor de desnivel posterior 30B, dispuesto en el depósito 50. El microcontrolador del depósito 217 puede controlar la potencia al motor de aspiración 780 en función de, al menos en parte, el estado de depósito lleno comunicado por el sistema de detección de residuos 700. Por ejemplo, el microcontrolador 217 puede desconectar la potencia al motor de aspiración 780 tras detectar una condición de depósito lleno comunicada por el sistema de detección de residuos 700. De manera adicional o como alternativa, el microcontrolador del depósito 217 puede controlar el estado del indicador de depósito lleno 1015 (p. ej., un LED) para proporcionar al usuario una indicación visual del estado del depósito (p. ej., el depósito está lleno si el indicador de depósito lleno 1015 está iluminado). Alimentar el indicador de depósito lleno

1015 con la fuente de alimentación del depósito 1013 permite que el indicador de depósito lleno 1015 permanezca iluminado mientras el depósito 50 está desacoplado del robot 11 (p. ej., mientras el depósito 50 se está vaciando).

Haciendo referencia a la figura 12B, en algunas implementaciones, el robot 11 incluye un receptor 1020 (p. ej., un receptor de infrarrojos) y el depósito 50 incluye un emisor 1022 correspondiente (p. ej., un emisor de infrarrojos). El emisor 1022 y el receptor 1020 están situados en el depósito 50 y el robot 11, respectivamente, de modo que una señal transmitida desde el emisor 1022 alcance el receptor 1020 cuando el depósito 50 está unido al robot 11. Por ejemplo, en implementaciones en las que el receptor 1020 y el emisor 1022 son infrarrojos, el emisor 1022 y el receptor 1020 están situados uno en relación con el otro de modo que faciliten la comunicación con línea de visión entre el emisor 1022 y el receptor 1020. En algunos ejemplos, tanto el emisor 1022 como el receptor 1020 funcionan como emisores y receptores, lo que permite una comunicación bidireccional entre el robot 11 y el depósito 50. En algunos ejemplos, el robot 11 incluye un receptor omnidireccional 13 en el chasis 31 y configurado para interactuar con una baliza de pared virtual remota 1050 que emite y recibe señales infrarrojas. Una señal procedente del emisor 1022 en el depósito 50 se puede recibir mediante el receptor omnidireccional 13 y/o la baliza de pared virtual remota 1050 para transmitir una señal de llenado de depósito. Si el robot 11 se readaptó con el depósito 50 y recibió el software adecuado, el depósito 50 readaptado puede dirigir el robot 10 de modo que vuelva a una estación de mantenimiento (p. ej., la estación de mantenimiento 1250 en las figuras 15A, B) para su revisión cuando el depósito 50 está lleno. Aunque se ha descrito una comunicación por infrarrojos entre el robot 11 y el depósito 50, de manera adicional o como alternativa, se pueden utilizar uno o más tipos diferentes de comunicación inalámbrica para lograr dicha comunicación inalámbrica. Algunos ejemplos de otros tipos de comunicación inalámbrica entre el robot 11 y el depósito 50 incluyen comunicación electromagnética y comunicación por radiofrecuencia.

Haciendo referencia a las figuras 13A-13D, en algunas implementaciones, el depósito 50 incluye un indicador de depósito lleno 1130. En algunos ejemplos, el indicador de depósito lleno 1130 incluye un indicador visual 1132 tal como un LED (figura 13B), LCD, una bombilla, una rueda rotativa de mensajes (figura 13C) o una rueda rotativa de colores, o cualquier otro indicador visual adecuado. El indicador visual 1132 puede emitir, de manera continua, luz, destellos, pulsos, realizar un ciclo a través de diversos colores o avanzar a través de un espectro de colores, con el fin de indicar al usuario que el depósito 50 está lleno de residuos, entre otros. El indicador 30 puede incluir una pantalla analógica para indicar el grado de llenado relativo del depósito 50. Por ejemplo, el depósito 50 incluye una ventana traslúcida sobre la parte superior de una rueda rotativa de colores. La ventana traslúcida permite al usuario visualizar una subsección de la rueda de colores que rota de acuerdo con un grado de llenado detectado en el depósito 50, por ejemplo, de verde (vacío) a rojo (lleno). En algunos ejemplos, el indicador 30 incluye dos o más LED que se iluminan en número proporcional al llenado del depósito, p. ej., con un patrón de barras. Como alternativa, el indicador 1030 puede ser un indicador eléctrico y/o mecánico, tal como, por ejemplo, un señalizador, un elemento emergente o una tira de mensajes. En otros ejemplos, el indicador de depósito lleno 1130 incluye un indicador audible 1134, tal como un altavoz, un zumbador, un sintetizador de voz, un timbre, un altavoz piezoeléctrico o cualquier otro dispositivo adecuado para indicar de manera audible el estado de depósito lleno al usuario. El indicador audible 1134 emite un sonido tal como un tono continuo, un tono de llamada, un trino, un zumbido, un sonido intermitente o cualquier otra indicación audible adecuada. El indicador audible 1134 modula el volumen con el fin de atraer la atención al estado de depósito lleno (por ejemplo, aumentando y disminuyendo de manera repetida el volumen). En algunos ejemplos, tal como se muestra en la figura 13D, el indicador 1130 incluye indicadores tanto visual como audible, 1132 y 1134, respectivamente. El usuario puede desactivar el indicador visual 1132 o el indicador audible 1134 sin vaciar el depósito 50. En algunas implementaciones, el indicador de depósito lleno 1130 está ubicado en el cuerpo de robot 31 o la cubierta 6 del robot 11.

Haciendo referencia a las figuras 14A-14B, en algunas implementaciones, el depósito 50 transmite de manera inalámbrica una señal a un indicador remoto 1202 (mediante un transmisor 1201, por ejemplo), que a continuación indica a un usuario que el depósito está lleno utilizando una salida óptica (p. ej., LED, LCD, CRT, bombilla, etc.) y/o audio (tal como un altavoz 1202C). En un ejemplo, el indicador remoto 1202 incluye un dispositivo electrónico montado en un imán de cocina. El indicador remoto 1202 puede proporcionar (1) notificaciones generales de mantenimiento del robot, (2) una notificación de rutina de limpieza realizada, (3) una instrucción de abortar e ir a base y (4) otra interacción de control con el robot 10 y/o el depósito 50.

Un robot 11 existente, que no incluye ninguna ruta de comunicación o cableado para comunicarse con un sistema de detección de depósito lleno 700 en el depósito 50, se readapta a pesar de esto con un depósito 50 que incluye un sistema de detección de depósito lleno 700 y un transmisor 1201. "Readaptar" implica en general asociar el depósito a un robot en servicio existente, aunque para la finalidad de esta exposición, de manera adicional, incluye al menos una adaptación futura, es decir, asociar el depósito con un robot recién fabricado de una manera compatible. Aunque el robot 11 no se puede comunicar con el sistema de detección de depósito lleno 700 y posiblemente puede no incluir ningún programa o rutinas de comportamiento para responder a una condición de depósito lleno, a pesar de esto el depósito 50 puede indicar a un usuario que el depósito 50 está lleno transmitiendo una señal adecuada por medio del transmisor 1201 a un indicador remoto 1202. El indicador remoto 1202 puede estar ubicado en una habitación diferente a la del robot 11 y recibe señales de manera inalámbrica procedentes del depósito 50 utilizando cualquier método de comunicación inalámbrica adecuado, tal como IEEE 801.11/WiFi, Bluetooth, Zigbee, USB inalámbrico, una señal modulada en frecuencia, una señal modulada en amplitud o similares.

En algunas implementaciones, tal como se muestra en la figura 14B, el indicador remoto 1202 es una unidad montada en un imán que incluye un LED 1204 que se ilumina o emite destellos cuando el depósito 50 está lleno. En algunos ejemplos, tal como se muestra en la figura 14C, el indicador remoto 1202 incluye una pantalla LCD 1206 para imprimir un mensaje referente a la condición de depósito lleno y/o un altavoz 1208 para emitir una señal audible al usuario. El indicador remoto 1202 puede incluir un botón de función 1210, que transmite un comando al robot 11 cuando se activa. En algunos ejemplos, el indicador remoto 1202 incluye un botón de reconocimiento 1212, que transmite una señal de comando adecuada al robot móvil 20 cuando se pulsa. Por ejemplo, cuando se recibe una señal de depósito lleno, la pantalla LCD 1206 puede mostrar un mensaje que indica al usuario que el depósito está lleno. A continuación, el usuario puede presionar el botón 1212, lo que provoca que se transmita un comando al robot 11 que a su vez provoca que el robot 11 navegue a una ubicación particular. A continuación, por ejemplo, el usuario puede retirar y vaciar el depósito 50.

En algunos ejemplos, el indicador remoto 1202 es un dispositivo de sobremesa o un componente de un sistema informático. El indicador remoto 1202 puede estar provisto de un dispositivo de montaje tal como una cadena, un clip o un imán en un lado posterior, lo que le permite mantenerse en una cocina, colgante o en un cinturón. El transmisor 1201 se puede comunicar utilizando WiFi u otra red local de radiofrecuencia (RF) con el indicador remoto 1202 que es parte del sistema informático 1204, que a su vez puede provocar que el sistema informático muestre una ventana informando al usuario del estado de depósito lleno.

Haciendo referencia a la figura 14D, cuando el sistema de detección óptica 800 determina que el depósito 50 está lleno y/o cuando el microprocesador 245 determina que un estado de la carga de la batería 25 ha caído por debajo de un umbral, el robot 11, en algunos ejemplos, maniobra hasta una estación de mantenimiento 1250 (p. ej., un dispositivo de acoplamiento) para su revisión. Maniobrar el robot 11 hasta la estación de mantenimiento 1250 se describe con más detalle a continuación.

El robot 11 se acopla, con posibilidad de separarse, con la estación de mantenimiento 1250. En algunos ejemplos, la estación de mantenimiento 1250 evacúa de manera automática el depósito 50 (p. ej., por medio de un tubo de aspiración que se conecta a un orificio de evacuación 80, 305, 380, 415, 420, 425, 430 del depósito 50). De manera adicional o como alternativa, la estación de mantenimiento 1250 carga la batería 25. Por ejemplo, la estación de mantenimiento 1250 puede cargar la batería 25 a través de una conexión separable con al menos un terminal de carga 72. En algunos ejemplos, el terminal de carga 72 se dispone a lo largo de una parte inferior del robot 11. De manera adicional o como alternativa, el terminal de carga 72 se puede disponer a lo largo de una parte superior y/o una parte lateral del robot 11. El o los terminales de carga 72 pueden ser un terminal de contacto.

Si el cabezal de limpieza 40 está lleno de acumulación de filamentos, el robot 11 puede descargar de manera automática el cepillo/faldón de limpieza 60, 65 para una limpieza manual o automática. El cepillo/faldón 60, 65 se puede suministrar a la estación de mantenimiento 1250, tanto de manera manual como automática, que retira los filamentos y residuos del cepillo/faldón 60, 65.

Haciendo referencia a las figuras 15-16, en algunos ejemplos, la estación de mantenimiento 1250 emite una señal 1252 (p. ej., una única señal, múltiples señales o múltiples señales superpuestas). La señal 1252 puede ser, por ejemplo, una o más señales ópticas (p. ej., infrarrojas) y/o señales acústicas. El robot 11 incluye un receptor 15 que recibe la señal 1252. Otros detalles y características de la emisión de señales mediante la estación de mantenimiento 1250 y de la recepción de señales mediante el robot 11 se exponen en la patente de EE. UU. n.º 7.332.890, con título "*Autonomous Robot Auto-Docking and Energy Management Systems and Methods*".

A medida que el robot 11 se mueve sobre una superficie de limpieza 1, el receptor 15 puede recibir la señal 1252 emitida por la estación de mantenimiento 1250, a medida que el robot 11 se mueve a lo largo de un trayecto 1254 (p. ej., en un modo de rebote). El robot 11 puede detectar el instante t1-t7 asociado con cada cambio en la señal 1252, representado cada cambio en la señal 1252 el movimiento respectivo del robot 11 de entrada y salida de la señal 1252. Por ejemplo, el robot 11 detecta movimiento de salida de la señal 1252 en t1 y detecta movimiento de entrada en la señal 1252 en t2. De manera similar, el robot 11 detecta movimiento de salida de la señal 1252 en t3 y detecta movimiento de entrada en la señal 1252 en t4. Tal como se describe a continuación, el microprocesador 245 del robot 11 puede buscar la estación de mantenimiento 1250 en función de, al menos en parte, del tiempo transcurrido entre t1 y t2, t3 y t4, etc. Para una mayor claridad de la explicación, en la figura 15B se muestran siete instantes asociados con cambio en la señal 1252. No obstante, se debería apreciar que el robot puede detectar cualquier número de instantes.

En algunas implementaciones, buscar 1300 la estación de mantenimiento 1250 puede incluir maniobrar 1302 el robot 11 sobre la superficie de limpieza 1 a lo largo del trayecto 1254, detectar 1304 un primer cambio en una señal emitida desde la estación de mantenimiento 1250, detectar 1306 un segundo cambio en la señal emitida desde la estación de mantenimiento 1250 y determinar 1308 la probabilidad de que el robot encontrará el dispositivo de acoplamiento en un período de tiempo. La determinación 1308 de la probabilidad de que el robot encontrará el dispositivo de acoplamiento en un período de tiempo se basa, al menos en parte, en el tiempo transcurrido entre el primer cambio detectado 1304 en la señal y el segundo cambio detectado 1306 en la señal. Esta determinación

1308 puede reducir, por ejemplo, la probabilidad de que el robot 11 se quede detenido en la superficie de limpieza 1 sin potencia suficiente para volver a la estación de mantenimiento 1250. En ciertas implementaciones, el robot 11 busca 1300 la estación de mantenimiento 1250 de manera continua. En algunas implementaciones, el robot 11 busca 1300 la estación de mantenimiento 1250 de manera periódica. De manera adicional o como alternativa, el robot 11 puede buscar 1300 la estación de mantenimiento 1250 tras la detección de que un estado de carga de la batería 25 está por debajo de un umbral (p. ej., por debajo de aproximadamente un 50 por ciento).

Maniobrar 1302 el robot 11 sobre la superficie de limpieza puede incluir maniobrar el robot 11 mientras se ejecutan uno o más de otros comportamientos. Por ejemplo, maniobrar 1302 puede incluir mover el robot 11 sobre la superficie de limpieza 1 en un modo de rebote, un modo de cobertura de manchas, un modo de escape, un modo de migración, etc. De manera adicional o como alternativa, maniobrar 1302 el robot 11 sobre la superficie de limpieza 1 puede estar determinado por un árbitro. Los detalles y las características de dicho árbitro se describen en la patente de EE. UU. n.º 7.388.343, con título "*Method and System for Multi-Mode Coverage for an Autonomous Robot*".

Detectar 1304 el primer cambio en la señal emitida desde la estación de mantenimiento 1250 incluye recibir (p. ej., mediante el receptor 15) la señal 1252 emitida desde la estación de mantenimiento 1250. El primer cambio detectado 1304 en la señal puede incluir detectar un cambio de no recibir señal a la recepción de una señal y/o detectar un cambio de la recepción de una señal a la no recepción de una señal. En algunas implementaciones, detectar 1304 el primer cambio en la señal incluye detectar una señal codificada. Por ejemplo, la señal se puede codificar para identificar la estación de mantenimiento 1250 asociada con el robot 11, de modo que el robot 11 no busque una estación de mantenimiento 1250 que no esté asociada con el robot 11.

Detectar 1306 el segundo cambio en la señal emitida desde la estación de mantenimiento 1250 incluye recibir (p. ej., mediante el receptor 15) la señal 1252 emitida desde la estación de mantenimiento 1250. Detectar 1306 el segundo cambio en la señal 1252 sigue temporalmente a detectar 1304 el primer cambio en la señal, de modo que existe un tiempo transcurrido entre el primer cambio detectado 1304 en la señal y el segundo cambio detectado 1306 en la señal.

Determinar 1308 la probabilidad de que el robot encontrará la estación de mantenimiento 1250 se basa, al menos en parte, en el tiempo transcurrido entre detectar 1304 el primer cambio en la señal y detectar 1306 el segundo cambio en la señal. El tiempo transcurrido entre detectar 1304 el primer cambio en la señal y detectar 1306 el segundo cambio en la señal representa el tiempo entre avistamientos de la estación de mantenimiento 1250 por parte del robot 11. En algunas implementaciones, el tiempo transcurrido se utiliza para actualizar una distribución de probabilidad en función de, al menos en parte, el tiempo transcurrido y/o los tiempos transcurridos determinados anteriormente. Por ejemplo, el tiempo transcurrido entre t_6 y t_5 se puede utilizar para actualizar una distribución de probabilidad que incluye el tiempo transcurrido entre t_4 y t_3 y el tiempo transcurrido entre t_2 y t_1 .

La distribución de probabilidad se puede utilizar para estimar la probabilidad de que el robot 11 alcanzará la estación de mantenimiento 1250 dentro de un período de tiempo (p. ej., un período de tiempo específico o un período de tiempo variable). Por ejemplo, la distribución de probabilidad se puede utilizar para estimar la probabilidad de que el robot 11 alcanzará la estación de mantenimiento 1250 en los siguientes cinco minutos.

De manera adicional o como alternativa, la distribución de probabilidad se puede utilizar para determinar la cantidad de tiempo necesario para que el robot 11 alcance la estación de mantenimiento 1250 con una cierta probabilidad. Por ejemplo, la distribución de probabilidad se puede utilizar para estimar la cantidad de tiempo necesario para que el robot 11 alcance la estación de mantenimiento 1250 con una probabilidad mayor de un 75 por ciento. En algunos ejemplos, la cantidad de tiempo requerido para que el robot 11 alcance la estación de mantenimiento 1250 con una cierta probabilidad puede ser el tiempo asignado para permitir que el robot 11 encuentre la estación de mantenimiento 1250. Por tanto, en un ejemplo, si el tiempo estimado necesario para que el robot alcance la estación de mantenimiento 1250 con una probabilidad mayor de un 95 por ciento es cinco minutos y se desea un 95 por ciento de porcentaje de éxito a la hora de encontrar la estación de mantenimiento 1250, el robot 11 comenzará a intentar encontrar la estación de mantenimiento 1250 cuando la vida restante de la batería 25 sea de cinco minutos. Para permitir un margen de seguridad adicional, el robot 11 puede reducir el consumo de potencia de la batería 25 reduciendo, por ejemplo, la cantidad de potencia al cabezal de limpieza 40 durante el tiempo asignado.

En algunas implementaciones, la distribución de probabilidad de los tiempos transcurridos es un modelo no paramétrico. Por ejemplo, el modelo no paramétrico puede ser un histograma de una distribución de probabilidad de la probabilidad como una función del tiempo transcurrido. Los rangos de tiempo transcurrido utilizados para la resolución del histograma pueden ser valores fijos (p. ej., intervalos de aproximadamente 5 segundos a aproximadamente dos minutos).

En ciertas implementaciones, la distribución de probabilidad de tiempos transcurridos es un modelo paramétrico. Por ejemplo, el modelo paramétrico puede ser una distribución de Poisson en la que un resultado de éxito es un resultado en el que el robot 11 alcanza la estación de mantenimiento 1250 dentro de un período de tiempo, y un fallo es un resultado en el que el robot 11 no alcanza la estación de mantenimiento 1250 dentro de un período de tiempo. La media de la distribución de Poisson se puede estimar, por ejemplo, como la media aritmética de una pluralidad de

mediciones de tiempos transcurridos. A partir de la distribución de Poisson, se puede determinar la probabilidad de que el robot 11 alcanzará la estación de mantenimiento 1250 dentro de un período de tiempo. Por ejemplo, la distribución de Poisson se puede utilizar para determinar la probabilidad de que el robot 11 alcanzará la estación de mantenimiento 1250 en los siguientes cinco minutos. A modo de un ejemplo adicional o alternativo, la distribución de Poisson se puede utilizar para determinar la cantidad de tiempo necesario para que el robot 11 alcance la estación de mantenimiento 1250 con una cierta probabilidad (p. ej., una probabilidad mayor de un 75 por ciento).

En algunas implementaciones, determinar 1308 la probabilidad de que el robot 11 encontrará la estación de mantenimiento 1250 puede incluir determinar la probabilidad de que la potencia disponible en la batería 25 transportada por el robot 11 se agotará antes de que el robot 11 pueda encontrar la estación de mantenimiento 1250. Por ejemplo, la cantidad de tiempo correspondiente a la potencia restante disponible en la batería 25 se puede estimar en función de la velocidad de consumo de potencia del robot 11 en el modo actual de funcionamiento. La probabilidad de que el robot 11 alcance la estación de mantenimiento 1250 dentro del tiempo de batería restante se puede determinar, por ejemplo, utilizando los modelos no paramétricos y/o paramétricos analizados anteriormente.

Si el robot 11 se retira de la superficie de limpieza 11, los tiempos transcurridos entre avistamientos sucesivos de la estación de mantenimiento 1250 pueden no ser representativos de la cantidad de tiempo necesario para que el robot 11 encuentre la estación de mantenimiento 1250. Por tanto, en algunas implementaciones, buscar 1300 la estación de mantenimiento 1250 incluye ignorar un cambio en la señal detectada tras detectar que se retiró el robot 11 de la superficie 1. Por ejemplo, si el robot 11 se retiró de la superficie 1 entre t_1 y t_2 , se ignora el primer cambio detectado 1304 en la señal 1252 correspondiente a t_1 y también se ignora el segundo cambio detectado 1306 en la señal 1252, de modo que el siguiente tiempo transcurrido se determina como la diferencia entre t_4 y t_3 . En ciertas implementaciones, detectar que el robot se ha retirado de la superficie incluye recibir una señal procedente de uno o más sensores (p. ej., los sensores de desnivel 30A y 30B y/o los sensores de proximidad 70) transportados por el robot 11. De manera adicional o como alternativa, las ruedas 45 pueden tender a descolgarse y detectar que el robot se ha retirado de la superficie puede incluir detectar que las ruedas 45 se han descolgado. Los detalles de dichas ruedas 45 que tienden a descolgarse y de la detección de las ruedas descolgadas se exponen en la patente de EE. UU. n.º 7.441.298, con título "*Coverage Robot Mobility*".

Haciendo referencia a las figuras 17-18, la estación de mantenimiento 1250 emite una primera señal 1252' (p. ej., una única señal, múltiples señales o múltiples señales superpuestas) y una segunda estructura 1258 emite una segunda señal 1258. La segunda estructura 1258 puede ser un faro (p. ej., una baliza de navegación), un marcador de puerta de acceso, una segunda estación de mantenimiento, etc. El robot 11 se mueve en la superficie de limpieza 1 a lo largo de un trayecto 1260, de modo que el robot 11 interseca la señal 1252' emitida por la estación de mantenimiento 1250 e interseca la señal 1258 emitida por la segunda estructura 1256. El robot 11 interseca la señal 1252' en t_1' , t_4' y t_5' , y el robot 11 interseca la señal 1258 en t_2' y t_3' . La segunda estructura 1256 puede actuar como un punto de referencia para ayudar en la predicción de encontrar la estación de mantenimiento 1250. Por ejemplo, tal como se describe a continuación, el tiempo entre avistar la segunda estructura 1256 y avistar la estación de mantenimiento 1250 se puede utilizar para predecir la cantidad de tiempo necesario para encontrar el dispositivo de acoplamiento dado que se acaba de ver la segunda estructura 1256.

En algunas implementaciones, buscar 1400 la estación de mantenimiento 1250 incluye maniobrar 1402 el robot sobre la superficie de limpieza 1, detectar 1404 la estación de mantenimiento 1250, detectar 1406 la segunda estructura 1256 y determinar 1408 la probabilidad de que el robot encontrará la estación de mantenimiento 1250 dentro de un período de tiempo. En algunas implementaciones, la señal 1252' procedente de la estación de mantenimiento 1250 difiere de la señal 1258 emitida desde la segunda estructura 1256 (p. ej., codificada de manera diferente y/o con longitudes de onda diferentes). Buscar 1400 puede permitir al robot 11 navegar mediante la elección de acciones que proporcionan la mejor oportunidad de moverse desde un punto de referencia al siguiente, encadenando entre sí un trayecto que finaliza en una ubicación objetivo, tal como la estación de mantenimiento 1250.

Detectar 1404 la estación de mantenimiento 1250 incluye detectar un cambio en la señal recibida 1252' emitida por la estación de mantenimiento 1250. En el instante t_1' , por ejemplo, el cambio en la señal recibida 1252' es un cambio de recibir la señal 1252' a no recibir la señal 1252'. A modo de otro ejemplo, en el instante t_4' , el cambio en la señal recibida 1252' es un cambio de no recibir la señal 1252' a recibir la señal 1252'.

Detectar 1406 la segunda estructura 1256 incluye detectar un cambio en la señal recibida 1256 emitida por la segunda estructura 1256. En el instante t_2' , por ejemplo, el cambio en la señal recibida 1258 es un cambio de no recibir la señal 1258 a recibir la señal 1258. A modo de otro ejemplo, en el instante t_3' , el cambio en la señal recibida 1258 es un cambio de recibir la señal 1258 a no recibir la señal 1258.

Determinar 1408 la probabilidad de que el robot 11 encontrará la estación de mantenimiento 1250 dentro de un período de tiempo se basa, al menos en parte, en el tiempo transcurrido entre detectar 1404 la estación de mantenimiento 1250 y detectar 1406 la segunda estructura 1256. Por ejemplo, el tiempo transcurrido es la diferencia entre t_2' y t_1' y la determinación de la probabilidad es la probabilidad de que el robot 11 encontrará la estación de

mantenimiento 1250 dado que se acaba de detectar la segunda estructura 1256. La determinación 1408 de la probabilidad de que el robot 11 encontrará la estación de mantenimiento 1250 dentro de un período de tiempo puede ser análoga a la determinación 1308 analizada anteriormente.

5 En algunas implementaciones, la estación de mantenimiento 1250 es un primer faro (p. ej., cuando la batería 25 está totalmente cargada) y la segunda estructura 1256 es un segundo faro, de modo que el robot 11 se mueve a lo largo de la superficie de limpieza 1 en función del posicionamiento con relación a la estación de mantenimiento 1250 y/o la segunda estructura 1256.

10 Las figuras 19A-G muestran otra implementación de un limpiador robótico autónomo. Las características identificadas mediante símbolos de referencia que incluyen un apóstrofo son análogas a las características identificadas mediante los símbolos de referencia sin apóstrofo correspondientes en las implementaciones descritas anteriormente, a menos que se especifique lo contrario. Por tanto, por ejemplo, el robot 11' es análogo al robot 11 y el depósito 50' es análogo al depósito 50.

15 Una guía de depósito 33 define al menos una parte de un volumen de recepción 37 definido mediante el cuerpo de robot 31'. El depósito 50' se puede mover (p. ej., se puede deslizar) a lo largo de la guía de depósito 33 para quedar bloqueado en su sitio (p. ej., tal como se describe a continuación) de modo que la boca 53' del depósito 50' se alinee con una parte superior del volumen de recepción 37. Por ejemplo, dicha alineación se muestra en la figura 8A, figuras 19C y 19F. La figura 19C es una vista de una sección transversal realizada a través del robot 11', a lo largo del volumen de recepción 37, con el depósito 50' insertado en el volumen de recepción 37. En consecuencia, tal como se muestra en la figura 19C, por ejemplo, los residuos se mueven pasados los conjuntos agrupados de infrarrojos 810 dispuestos a lo largo de una parte superior del volumen de recepción 37 y en la boca 53' definida por el depósito 50'. Dicho movimiento, por ejemplo, se muestra de manera esquemática en la figura 19F, en la que la posición del conjunto agrupado de infrarrojos 810 (que se dispone a lo largo del volumen de recepción 37 del robot 11' y, por tanto, representado como una línea a trazos en la figura 19F) se muestra con relación a la boca 53' definida por el depósito 50'.

25 Cada conjunto agrupado de infrarrojos 810 incluye una agrupación de emisores (una primera agrupación de emisores 804A' o una segunda agrupación de emisores 804B', tal como se muestra en la figura 19C), incluyendo cada agrupación de emisores respectiva dos fuentes de luz 806'. Cada conjunto agrupado de infrarrojos 810 también incluye un receptor (un primer receptor 802A' o un segundo receptor 802B', tal como se muestra en la figura 19C) y un filtro 812 dispuesto entre el volumen de recepción 37 y la agrupación de emisores y el receptor respectivos del conjunto agrupado de infrarrojos 810. Cada filtro 812 puede ser un filtro de luz diurna transparente a los infrarrojos.

30 El robot 11' incluye un depósito 50' de polvo para recoger los residuos mientras el robot 11' está en funcionamiento. El depósito 50' de polvo se puede separar desmontándose del robot 11' (p. ej., se puede separar desmontándose del cuerpo de robot 31') para facilitar la retirada de los residuos del depósito 50' de polvo y/o facilitar la sustitución de un filtro 811 que tiene el depósito 50' de polvo. El depósito 50' de polvo se puede retirar del robot 11' moviendo un mecanismo de liberación 819 (p. ej., presionando hacia abajo el mecanismo de liberación 819 y/o levantando el mecanismo de liberación 819) que mueve un cierre 809, de modo que el depósito 50' de polvo se pueda retirar mediante deslizamiento del robot 11'. En algunas implementaciones, el mecanismo de liberación 819 puede incluir una o más luces (p. ej., luces indicativas de un modo de funcionamiento del robot 11') y/o uno o más sensores de proximidad. En ciertas implementaciones, el mecanismo de liberación 819 detecta la posición del cierre 809, de modo que el mecanismo de liberación 819 proporcione una indicación de la posición del depósito 50' (p. ej., una indicación de que el depósito 50' no está totalmente acoplado con el robot 11').

35 El depósito 50' incluye una barrera 55 que se extiende horizontalmente a través de la anchura del depósito 50' y se extiende verticalmente a lo largo de al menos una parte del depósito 50', de modo que la barrera 55 defina al menos una parte de una parte inferior horizontal de la boca 53'. En algunas implementaciones, la barrera 55 define al menos una parte de un compartimento que retiene los residuos asentados en la parte inferior del depósito 50', cuando el depósito está *in situ* en el robot 11'. En ciertas implementaciones, al menos una parte de la barrera 55 es una puerta (p. ej., una puerta articulada y/o una puerta deslizante) que se puede mover de modo que permita el acceso a los residuos almacenados en el depósito 50'. En algunas implementaciones, la barrera 55 se fija de manera firme con relación a la boca 53' y el acceso a los residuos se obtiene a través de una o más puertas que forman parte de una pared lateral, una pared inferior o una pared posterior del depósito 50'.

40 En algunas implementaciones, la dimensión vertical de la boca 53' es esencialmente $\frac{1}{2}$ o menos de la altura combinada de la barrera 55 y la dimensión vertical de la boca 53'. En consecuencia, en implementaciones en las que la altura del depósito 50' está definida aproximadamente mediante las dimensiones verticales combinadas de la boca 53' y la barrera 55, la dimensión vertical de la barrera 55 puede ser mayor que la dimensión vertical de la boca 53'. Estas dimensiones relativas de la barrera 55 con respecto a la boca 53' pueden facilitar el almacenamiento de una gran cantidad de residuos en el depósito 50' al tiempo que se mantiene el perfil del robot 11' durante la utilización.

Aunque la boca 53' y la barrera 55 se muestran como que se extienden esencialmente a través de todo la anchura del depósito 50', también son posibles otras configuraciones. Por ejemplo, la boca 53' se puede extender aproximadamente 2/3 de la anchura del depósito 50' o menos, mientras la barrera 55 se extiende esencialmente a través de toda la anchura del depósito 50', de modo que la anchura de la barrera 55 sea al menos 1/3 mayor que la anchura de la boca 53'. Estas dimensiones relativas de la barrera 55 con respecto a la boca 53' pueden facilitar el almacenamiento de una gran cantidad de residuos en el depósito 50' mientras se mantiene el perfil del robot 11' durante la utilización.

Aunque el depósito 50' se muestra como que define una boca 53' que tiene una única abertura, también son posibles otras implementaciones. Por ejemplo, el depósito 50' puede definir una boca que tiene múltiples aberturas que pueden facilitar el aumento de la turbulencia a lo largo del trayecto de flujo 819 (figura 19F) y/o facilitar la rotura de trozos grandes de residuos a medida que se mueven a lo largo del trayecto de flujo 819. Por ejemplo, el depósito 50' puede definir una boca que tiene dos aberturas separadas horizontalmente entre sí. Más en general, tal como se utiliza en la presente, el término boca hace referencia al área abierta total a través de la cual pasan los residuos al depósito 50' durante el funcionamiento.

El depósito 50' incluye una protrusión 807 dispuesta hacia una parte final del depósito 50' que se acopló con el robot 11'. La protrusión 807 se puede acoplar con el robot 11' para reducir la probabilidad de daños a partes del depósito 50', a medida que el depósito 50' se desliza para acoplarse con el robot 11'. Por ejemplo, la protrusión 807 puede reducir la probabilidad de daños a la puerta 54' y/o al mecanismo de liberación 819, a medida que el depósito 50' se desliza en el robot 11'. De manera adicional o como alternativa, la protrusión 807 puede facilitar la alineación del cierre 809 para asegurar el depósito 50' al robot 11'.

El depósito 50' incluye además un filtro 811, un motor 815 y un rodete 817. Durante la utilización, se succiona una corriente fluida 819 (p. ej., residuos transportados en aire) al depósito 50' mediante una presión negativa creada por la rotación del rodete 817 accionado mediante el motor 815. La corriente fluida 819 se mueve pasado el sistema de detección óptica 800', de modo que se puedan llevar a cabo la detección de residuos y la detección de depósito lleno tal como se ha descrito anteriormente. La corriente fluida 819 se mueve a través de un filtro 811, de modo que los residuos se separen del aire, permaneciendo los residuos en el depósito 50' (p. ej., en una parte del depósito 50' definida, al menos parcialmente, mediante la barrera 55) y saliendo el aire del depósito 50' a través de un escape 813 definido en el depósito 50'.

Un sistema de detección óptica 800' es similar al sistema de detección óptica 800 y funciona de modo que detecte los residuos y la condición de depósito lleno de una manera análoga a la detección de residuos y de depósito lleno descrita anteriormente con respecto a las figuras 8A-8E. En general, las vistas mostradas en las figuras 8A-8E se corresponden con la vista frontal del depósito 50' mostrada en la figura 19C. Tal como se muestra en la figura 19C, la boca 53' definida en el depósito 50' se extiende a lo largo de únicamente una parte de la dimensión vertical del depósito 50'. Por tanto, para ilustrar adicionalmente la correspondencia de estructura entre el depósito 50' mostrado en la figura 8A y el depósito 50' mostrado en la figura 19C, la posición de la boca 53' se muestra como una línea a trazos en la figura 8A.

En consecuencia, se debería apreciar que la detección de los residuos 48 mostrada en la figura 8B es análoga a la detección de los residuos que entran en el depósito 50' a través de la boca 53' a lo largo del trayecto 819. De manera similar, se debería apreciar que la detección de depósito lleno como resultado de la acumulación 49 de residuos mostrada en la figura 8C es análoga a la detección de depósito lleno de una acumulación de residuos en un compartimento definido en el depósito 50'. Del mismo modo, cabe apreciar además que la detección de una acumulación de residuos asimétrica mostrada en las figuras 8D y 8E es análoga a la detección de una acumulación de residuos asimétrica en un compartimento definido en el depósito 50'.

Otros detalles y características combinables con aquellos descritos en la presente se pueden encontrar en la solicitud de patente de EE. UU. con número de serie 11/751.267, presentada el 21 de mayo de 2007, con título *Coverage Robots and Associated Cleaning Bins*, y en la solicitud de patente de EE. UU. 10/766.303, presentada el 28 de enero de 2004, con título *Debris Sensor for Cleaning Apparatus*, ahora patente de EE. UU. 6.956.348.

Aunque la presente invención se define en las reivindicaciones adjuntas, se debe sobreentender que la invención también se puede definir como alternativa de acuerdo con las realizaciones de la invención definidas en la sección de compendio de esta memoria descriptiva. Esta descripción detallada incluye e incorpora la totalidad de la sección de compendio.

Se han descrito diversas implementaciones. A pesar de esto, se sobreentenderá que se pueden realizar diversas modificaciones sin alejarse del alcance de la exposición. En consecuencia, otras implementaciones están dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones

55

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de monitorización de residuos para un robot de cobertura autónomo, que comprende:
 - 5 un receptáculo (50) que define una abertura rectangular (53) para recibir residuos en el receptáculo (50), teniendo la abertura (53) una parte superior y una parte inferior, estando la parte superior por encima de la parte inferior a medida que los residuos se reciben en el receptáculo (50);
 - 10 un primer y segundo emisor (756, 804A, 804B) dispuestos en lados opuestos de la abertura (53), cada uno dispuesto de modo que emita una señal a través de al menos una parte de la abertura (53), caracterizado por un primer receptor (760; 802A) próximo al primer emisor (756; 804A) para recibir las reflexiones de la señal emitida mediante el primer emisor (756; 804A), donde el primer receptor (760, 802A) se dispone hacia la abertura (53) de modo que reciba una parte no reflejada de la señal emitida mediante el segundo emisor (756; 804B) a través de la dimensión máxima de la abertura (53),
 - 15 donde el receptáculo (50) se puede acoplar, con posibilidad de desmontarse, con una carcasa configurada de modo que soporte el receptáculo (50) a medida que los residuos se reciben a través de la abertura (53) del receptáculo (50), y
 - donde cada uno del primer y segundo emisor (756; 804A, 804B) y el primer receptor (760; 802A) están soportados en la carcasa y el receptáculo se puede mover con relación al primer y segundo emisor (756; 804A, 804B) y al receptor (802A).
2. El sistema de monitorización de residuos de la reivindicación 1, donde el receptáculo (50) incluye una barrera (55) que se extiende horizontalmente a través de la anchura del depósito (50) y se extiende verticalmente a lo largo de al menos una parte del depósito (50), de modo que la barrera (55) defina al menos una parte de una parte inferior horizontal de la abertura (53).
3. El sistema de monitorización de residuos de la reivindicación 2, donde al menos una parte de la barrera (55) es una puerta que se puede mover para permitir el acceso a los residuos almacenados en el depósito (50).
- 25 4. El sistema de monitorización de residuos de la reivindicación 1, donde el sistema de monitorización incluye un segundo receptor (760; 802A) próximo al segundo emisor (760; 802B), donde la abertura (53) es sustancialmente rectangular y el primer receptor (760; 802A) y el segundo receptor (760; 802B) son en esencia diagonalmente opuestos entre sí a través de la abertura (53).
- 30 5. El sistema de monitorización de residuos de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde el primer y segundo emisor (804A, 804B) se disponen uno en relación al otro de modo que las señales respectivas emitidas mediante el primer y segundo emisor (804A, 804B) se intersequen a lo largo de al menos una parte de la abertura (53).
6. El sistema de monitorización de residuos de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, donde la abertura (53) se define en un plano esencialmente vertical a medida que los residuos se reciben en el receptáculo.
- 35 7. El sistema de monitorización de residuos de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, donde el primer receptor (760; 802A) se dispone aproximadamente de 1 pulgada a aproximadamente 8 pulgadas desde el segundo emisor (7560; 804B).
8. El sistema de monitorización de residuos de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, donde el primer receptor (760; 802A) está a menos de aproximadamente 0,25 pulgadas desde el primer emisor (756, 804A).
- 40 9. El sistema de monitorización de residuos de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, donde la relación de la distancia entre el primer receptor (802A) y el segundo emisor (804B) con respecto a la distancia entre el primer receptor (802A) y el primer emisor (804A) es de aproximadamente 4 a aproximadamente 100.
- 45 10. El sistema de monitorización de residuos de la reivindicación 1, donde el primer emisor (804A) es uno de una pluralidad de primeros emisores y el segundo emisor (804A) es uno de una pluralidad de segundos emisores, cada emisor de cada pluralidad de emisores se dispone de modo que emita una señal a través de al menos una parte de la abertura (53),
- donde el primer receptor (802A) está cerca de la pluralidad de primeros emisores para recibir las reflexiones de la señal emitida mediante cada uno de la pluralidad de primeros emisores, y el primer receptor (802A) se dispone hacia la abertura para recibir una parte no reflejada de la señal emitida mediante cada uno de la pluralidad de segundos emisores a través de al menos una parte de la abertura (53), y

donde un segundo receptor (802B) está cerca de la pluralidad de segundos emisores para recibir las reflexiones de la señal emitida mediante cada uno de la pluralidad de segundos emisores, y el segundo receptor (802B) se dispone hacia la abertura para recibir una parte no reflejada de la señal emitida mediante cada uno de la pluralidad de primeros emisores a través de al menos una parte de la abertura.

- 5 11. El sistema de monitorización de residuos de la reivindicación 10, que comprende además un controlador configurado de modo que active y desactive la emisión de pulsos de la pluralidad de primeros emisores y que active y desactive la emisión de pulsos de la pluralidad de segundos emisores.
- 10 12. El sistema de monitorización de residuos de la reivindicación 11, donde el controlador se configura además para muestrear cada uno de los primeros y segundos receptores de manera sincronizada, de modo que se tome una primera muestra de cada receptor (802A, 802B) cuando la pluralidad de primeros emisores y la pluralidad de segundos emisores estén desactivadas, se tome una segunda muestra de cada receptor (802A, 802B) cuando la pluralidad de primeros emisores esté activada y la pluralidad de segundos emisores esté desactivada, y se tome una tercera muestra de cada receptor cuando la pluralidad de primeros emisores esté desactivada y la pluralidad de segundos emisores esté activada.
- 15 13. El sistema de monitorización de residuos de cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, donde la pluralidad de primeros emisores y la pluralidad de segundos emisores se disponen una en relación a la otra de modo que las señales emitidas mediante la pluralidad de primeros emisores se intersequen con las señales emitidas mediante la pluralidad de segundos emisores, siendo la intersección a lo largo de al menos una parte de la abertura (53).
- 20 14. El sistema de monitorización de la reivindicación 13, donde la pluralidad de primeros emisores y la pluralidad de segundos emisores se disponen una en relación a la otra de modo que las señales emitidas mediante la pluralidad de primeros emisores se intersequen con las señales emitidas mediante la pluralidad de segundos emisores a lo largo de una línea que biseca esencialmente la abertura.
- 25 15. El sistema de monitorización de residuos de la reivindicación 1, donde cada uno del primer y segundo emisor y el primer receptor (760; 802A) se disponen en un lado de la abertura (53) a medida que los residuos se reciben en el receptáculo.

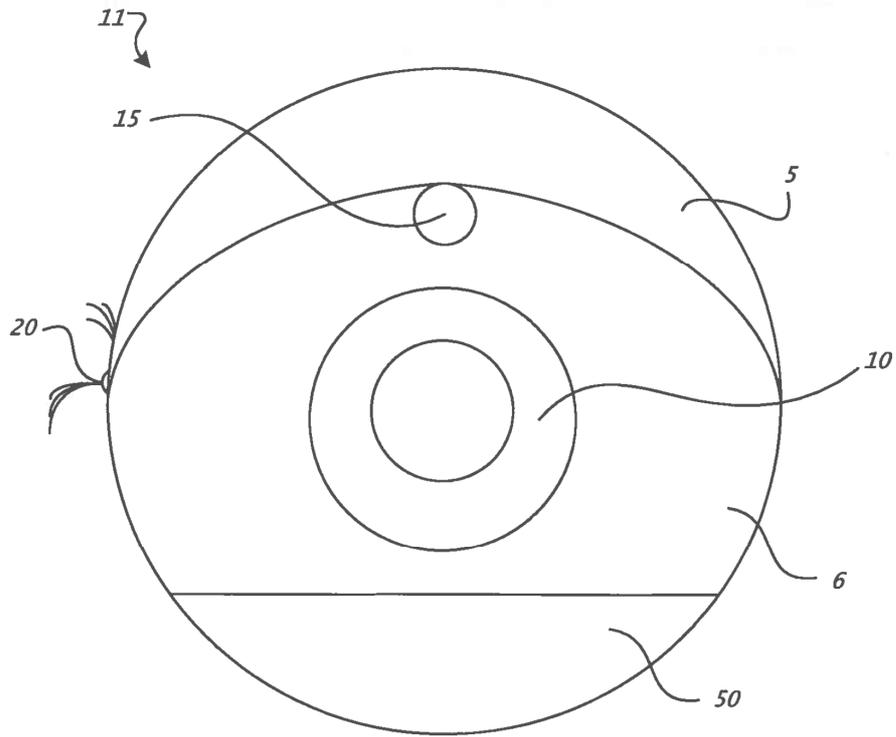


FIG. 1A

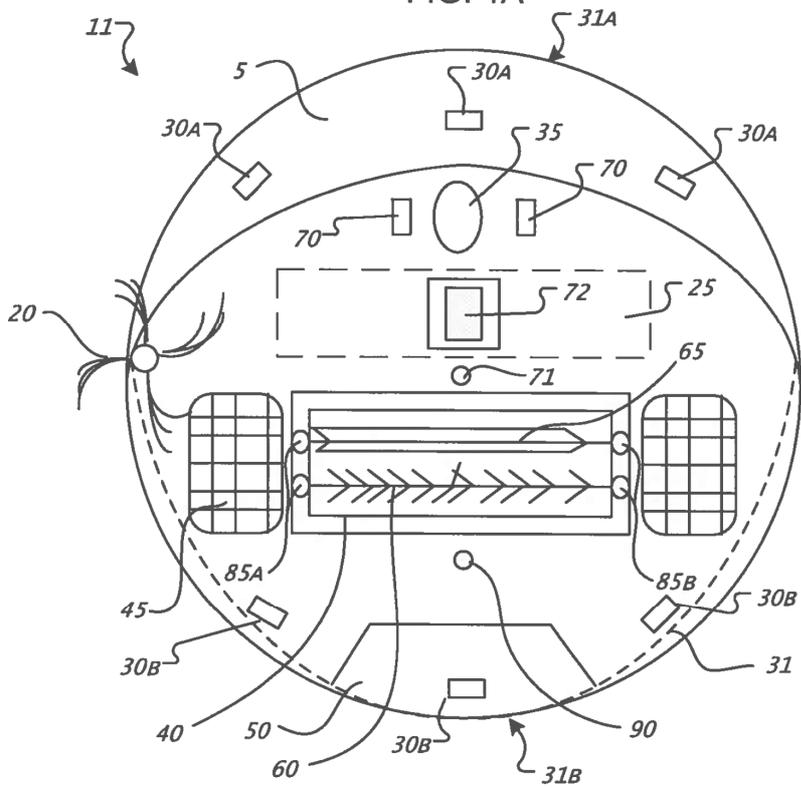


FIG. 1B

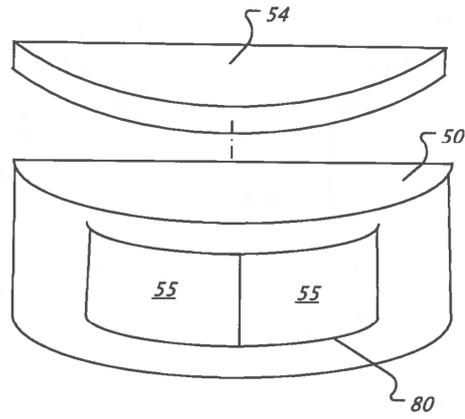


FIG. 1C

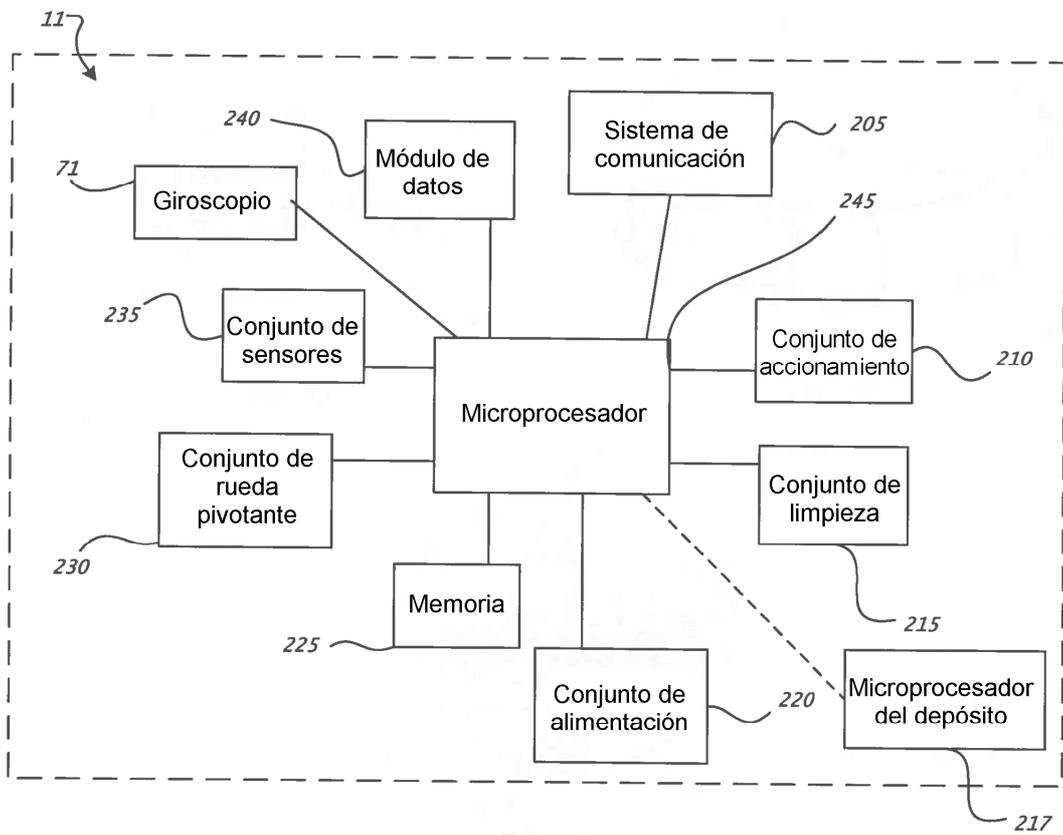


FIG. 2

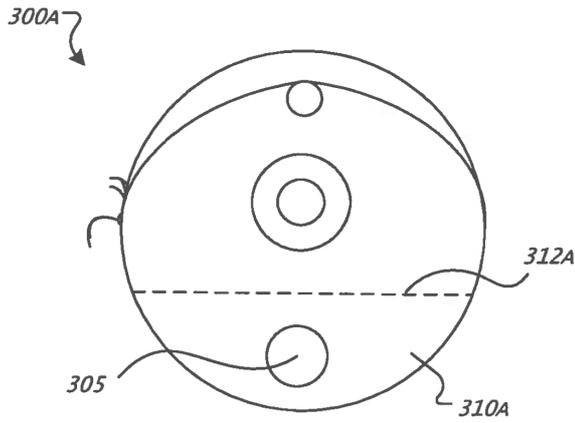


FIG. 3A

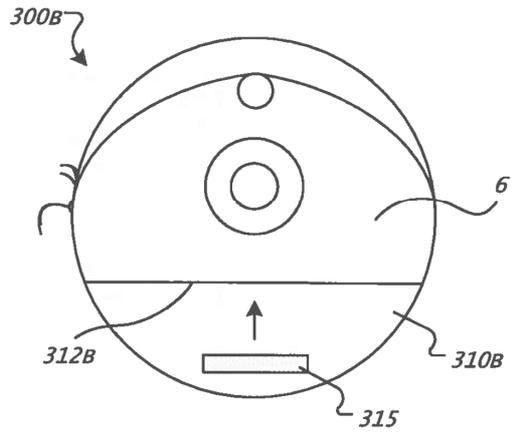


FIG. 3B

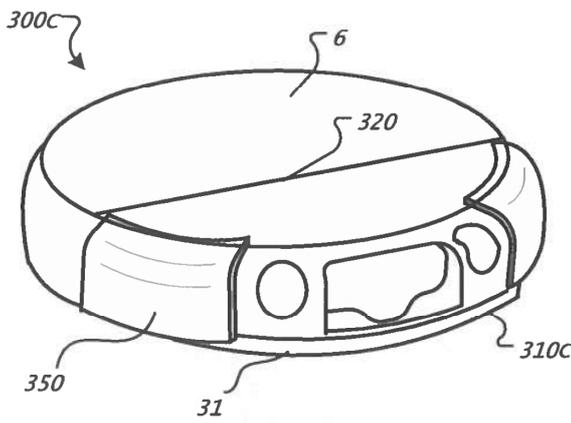


FIG. 3C

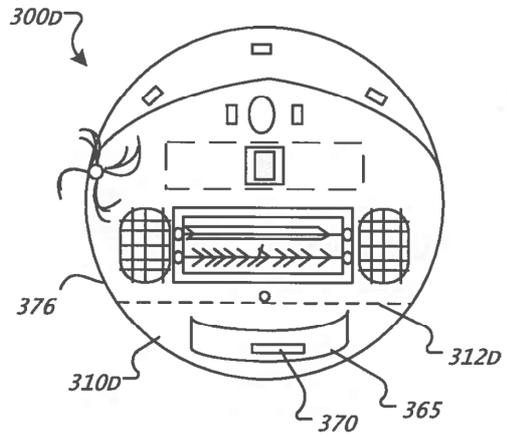


FIG. 3D

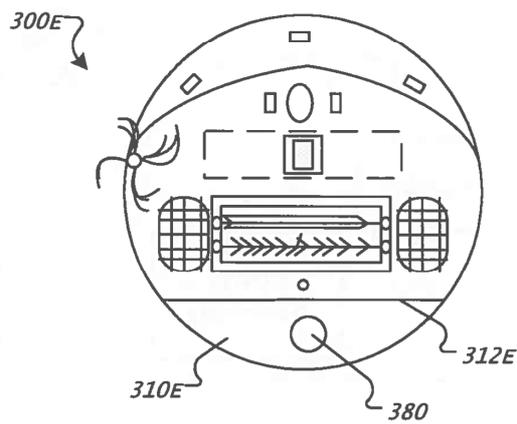


FIG. 3E

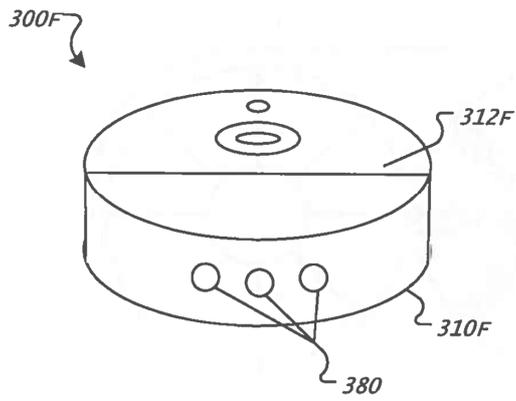


FIG. 3F

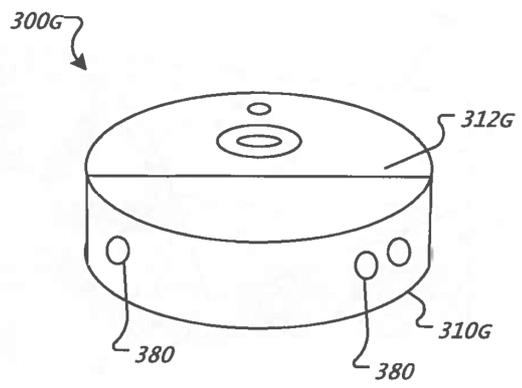


FIG. 3G

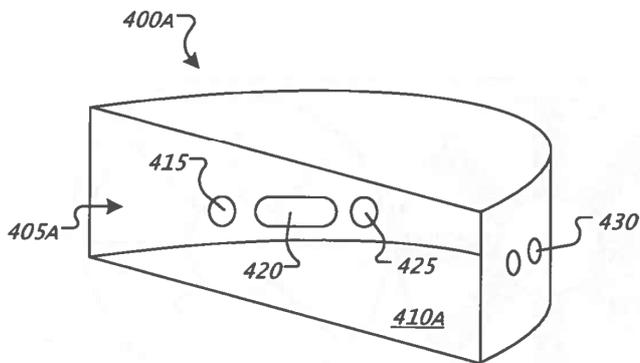


FIG. 4A

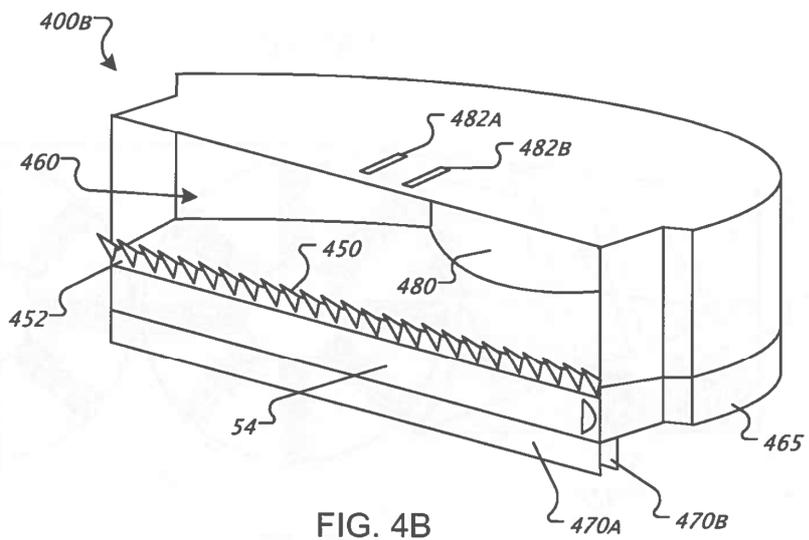


FIG. 4B

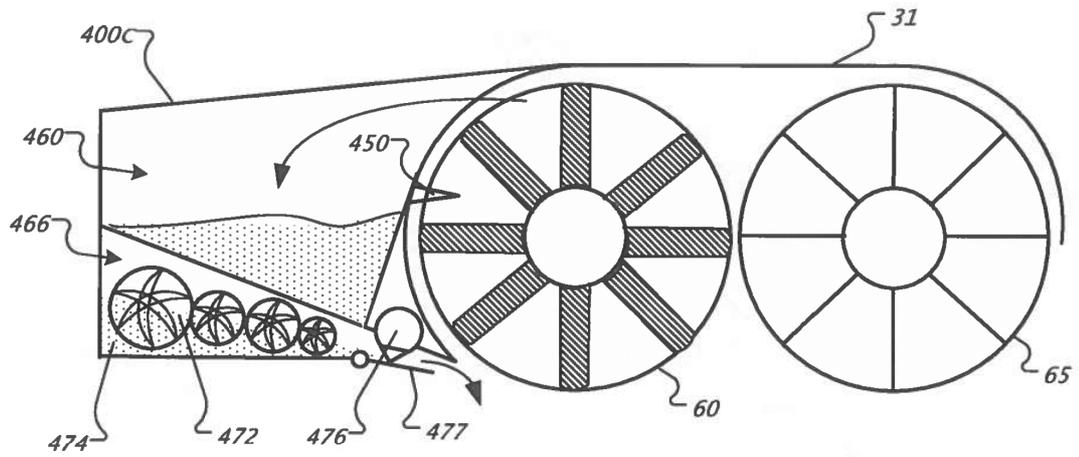


FIG. 4C

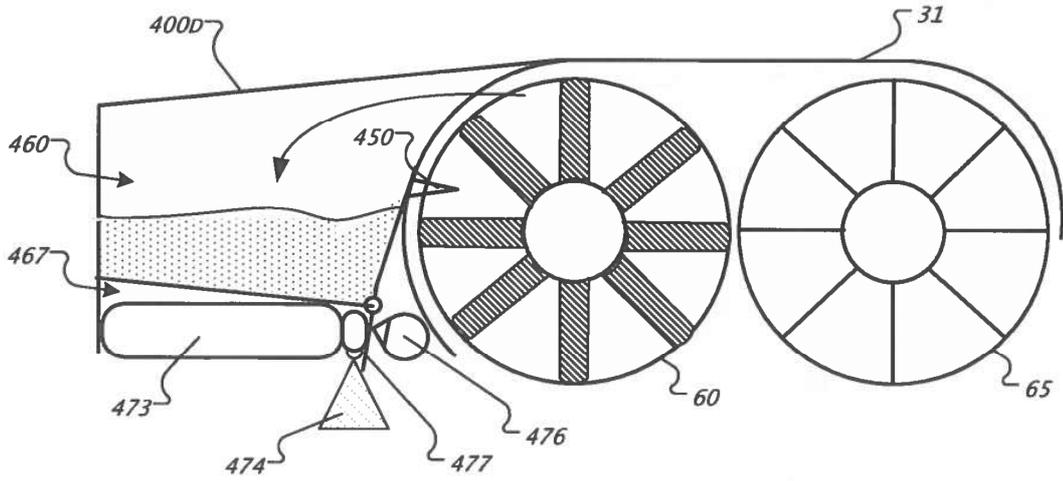


FIG. 4D

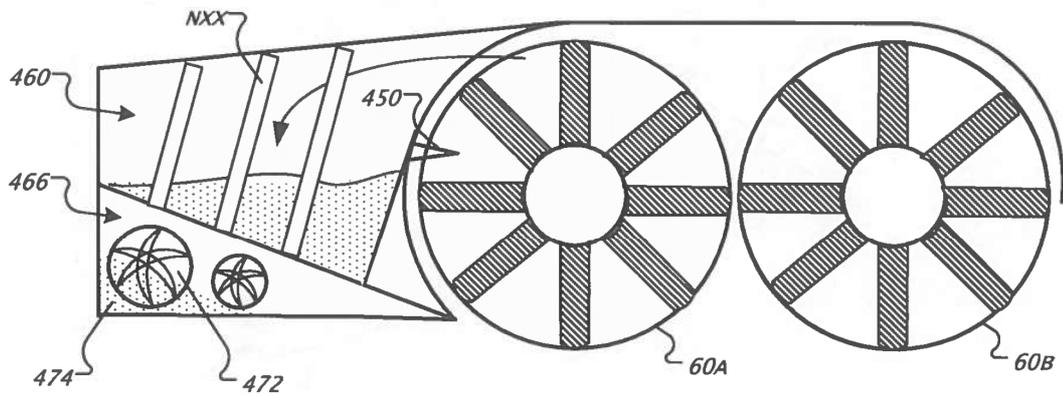


FIG. 4E

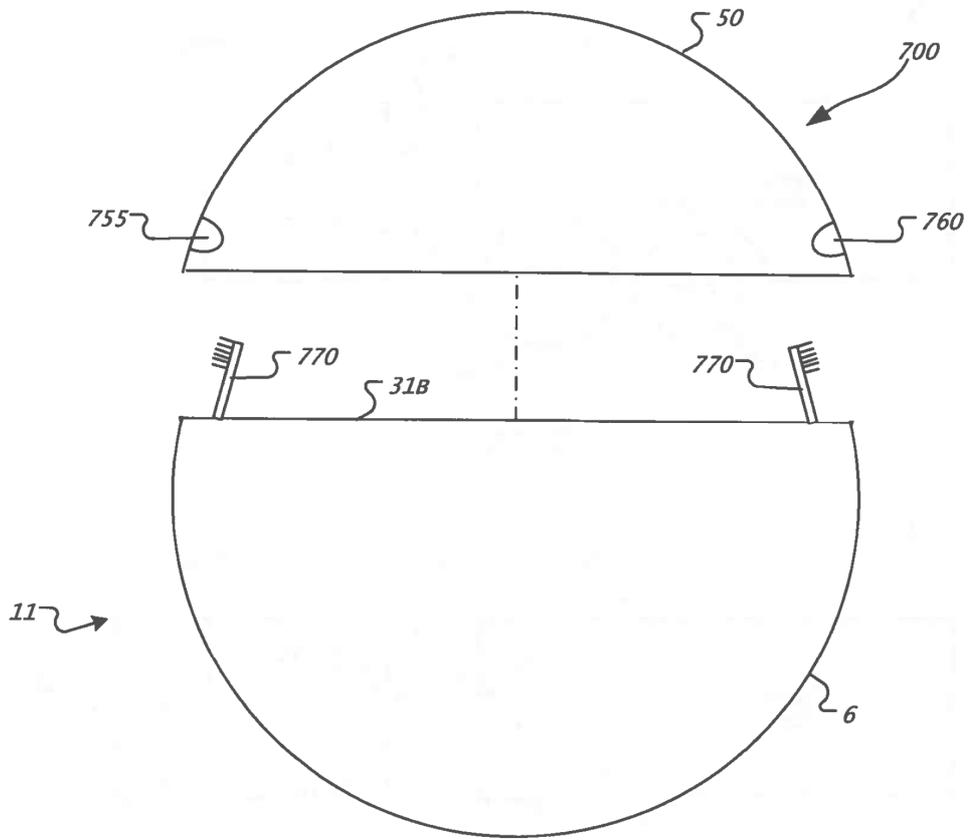


FIG. 5A

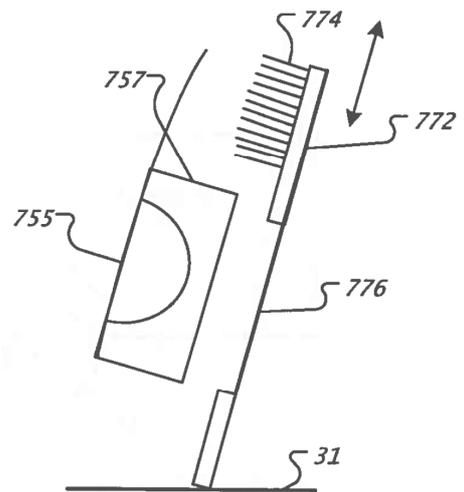


FIG. 5B

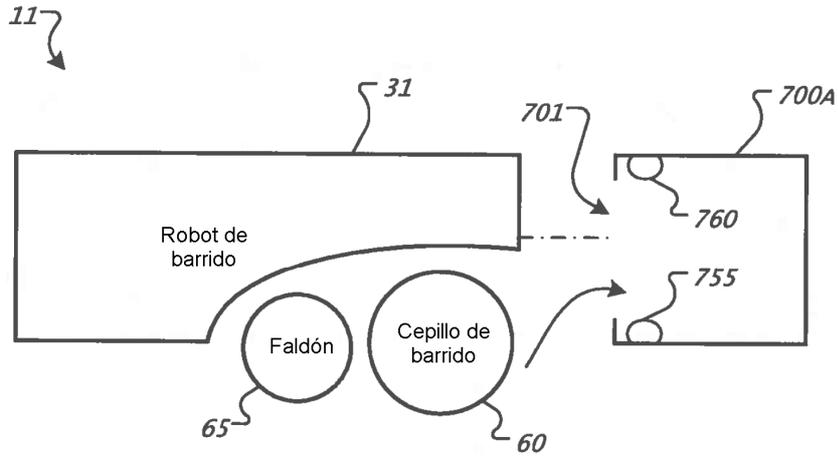


FIG. 6A

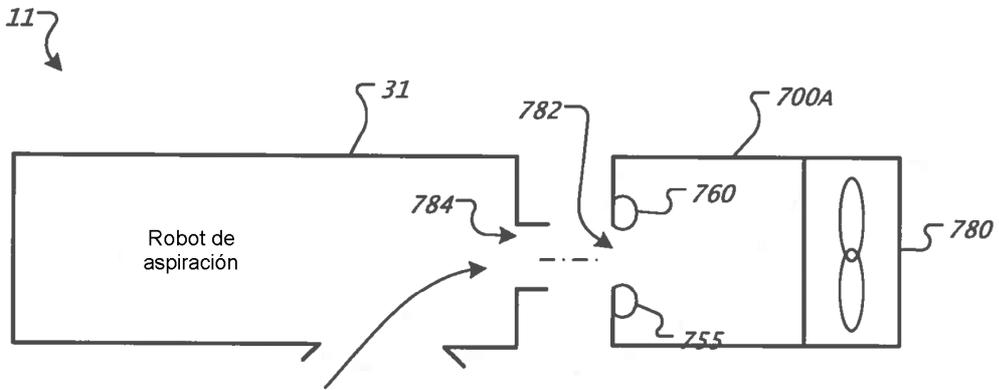


FIG. 6B

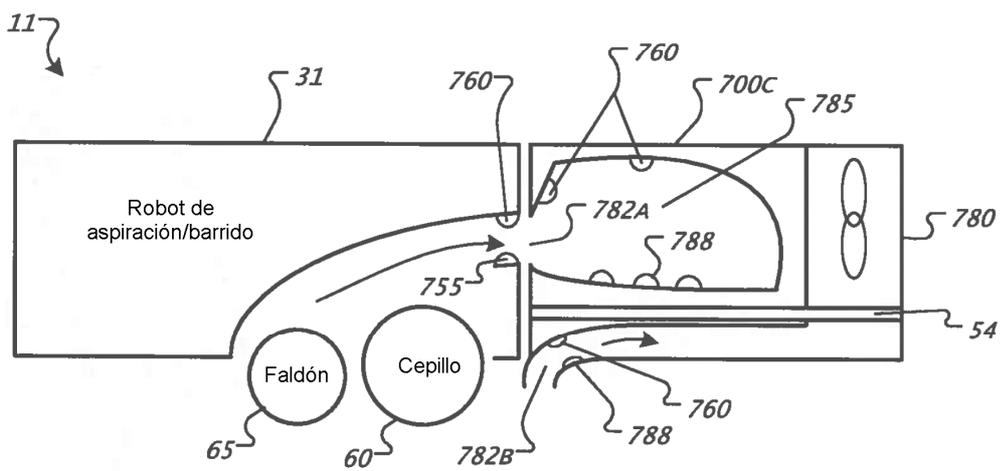


FIG. 6C

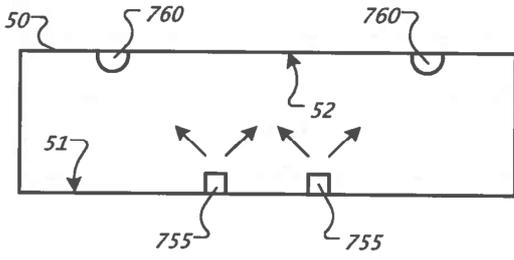


FIG. 7A

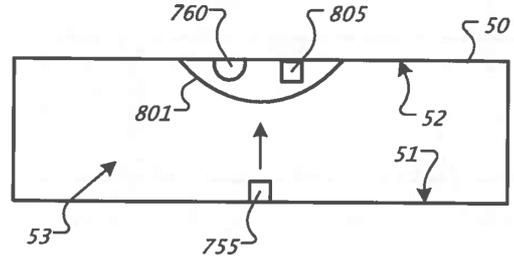


FIG. 7B

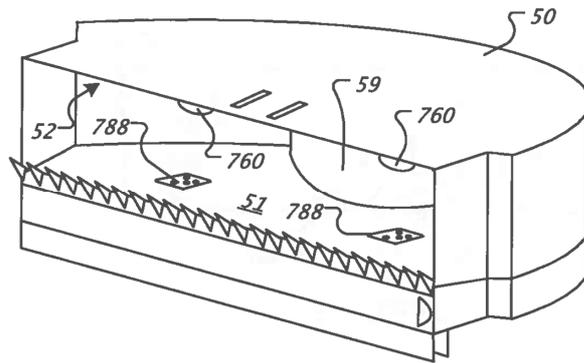


FIG. 7C

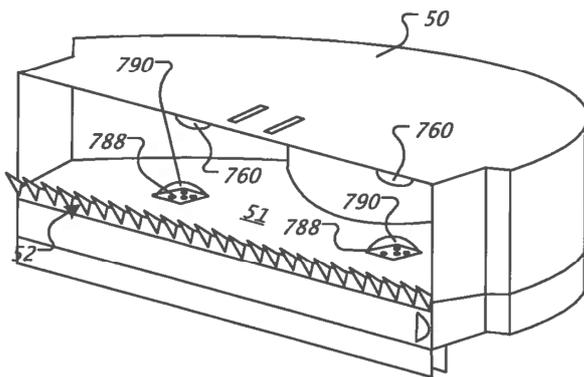


FIG. 7D

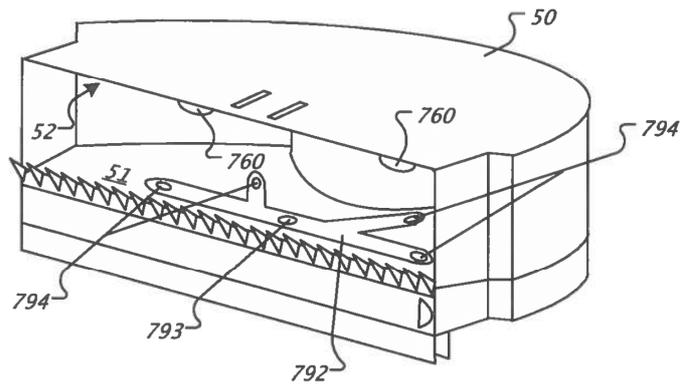


FIG. 7E

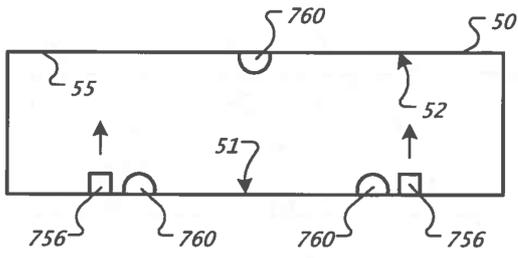


FIG. 7F

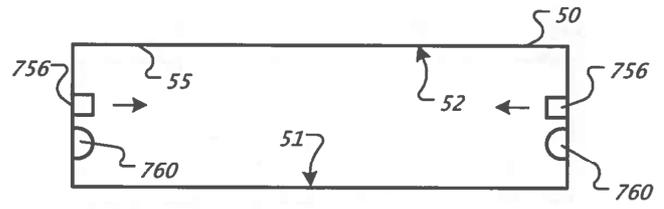


FIG. 7G

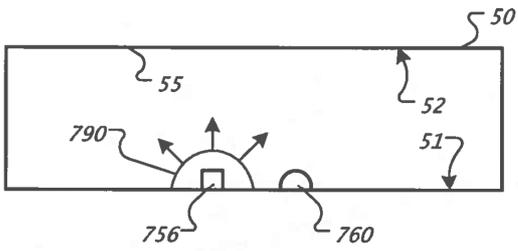


FIG. 7H

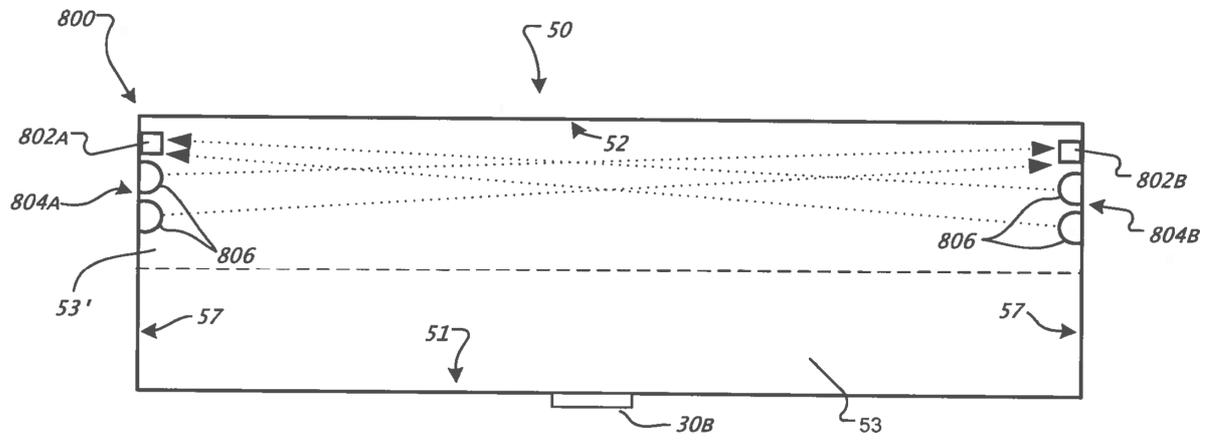


FIG. 8A

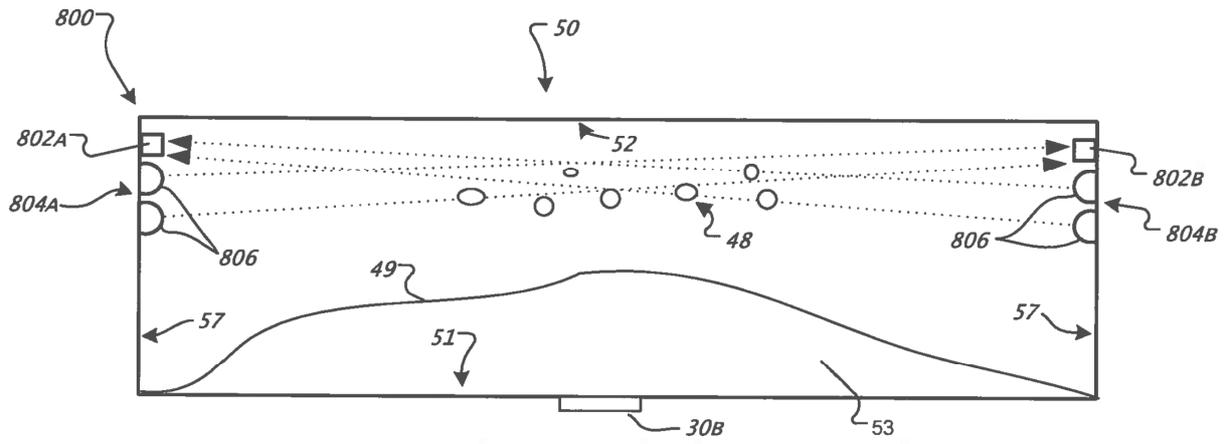


FIG. 8B

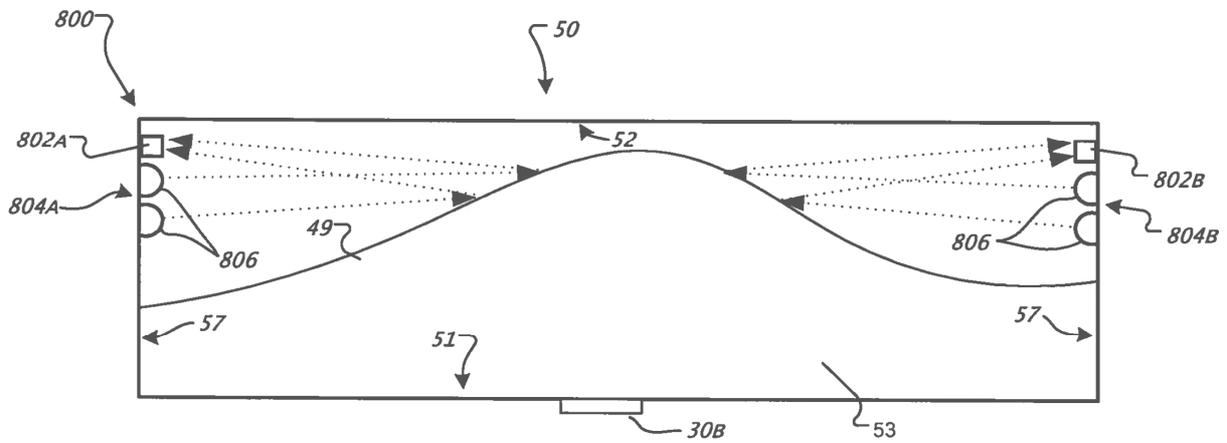


FIG. 8C

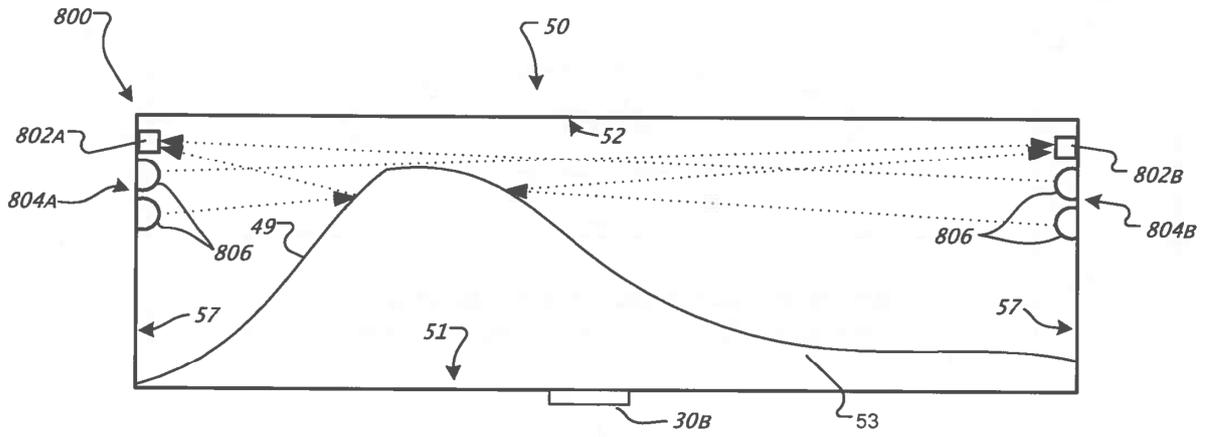


FIG. 8D

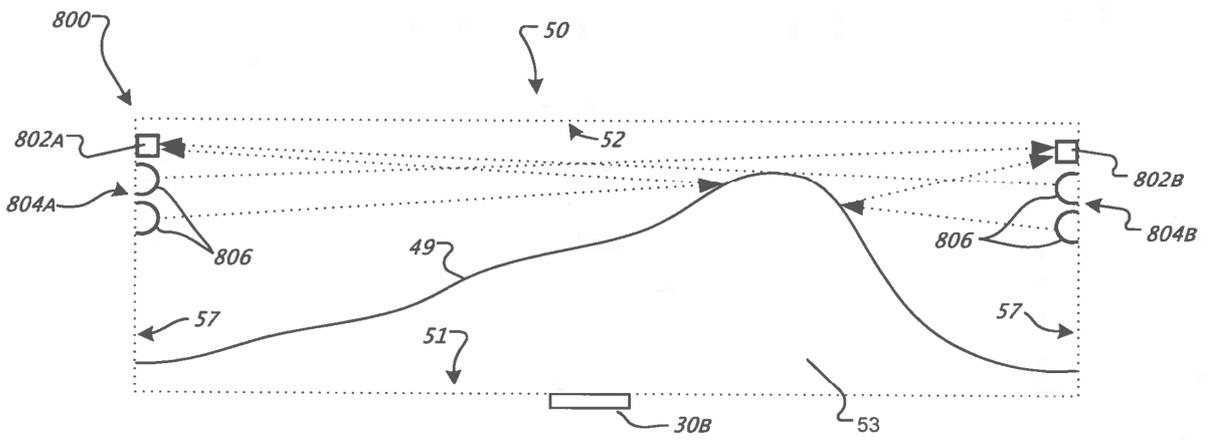


FIG. 8E

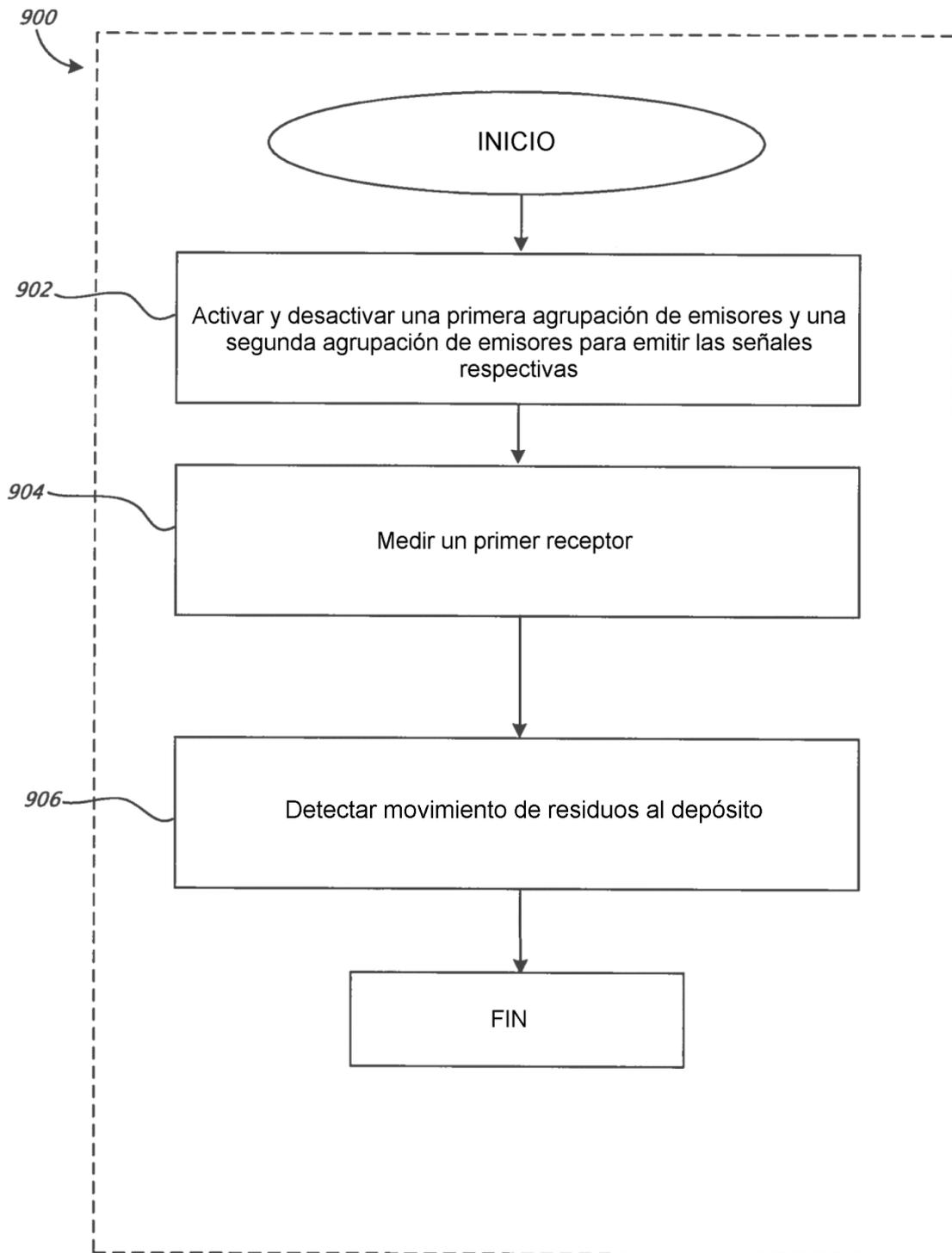


FIG. 9A

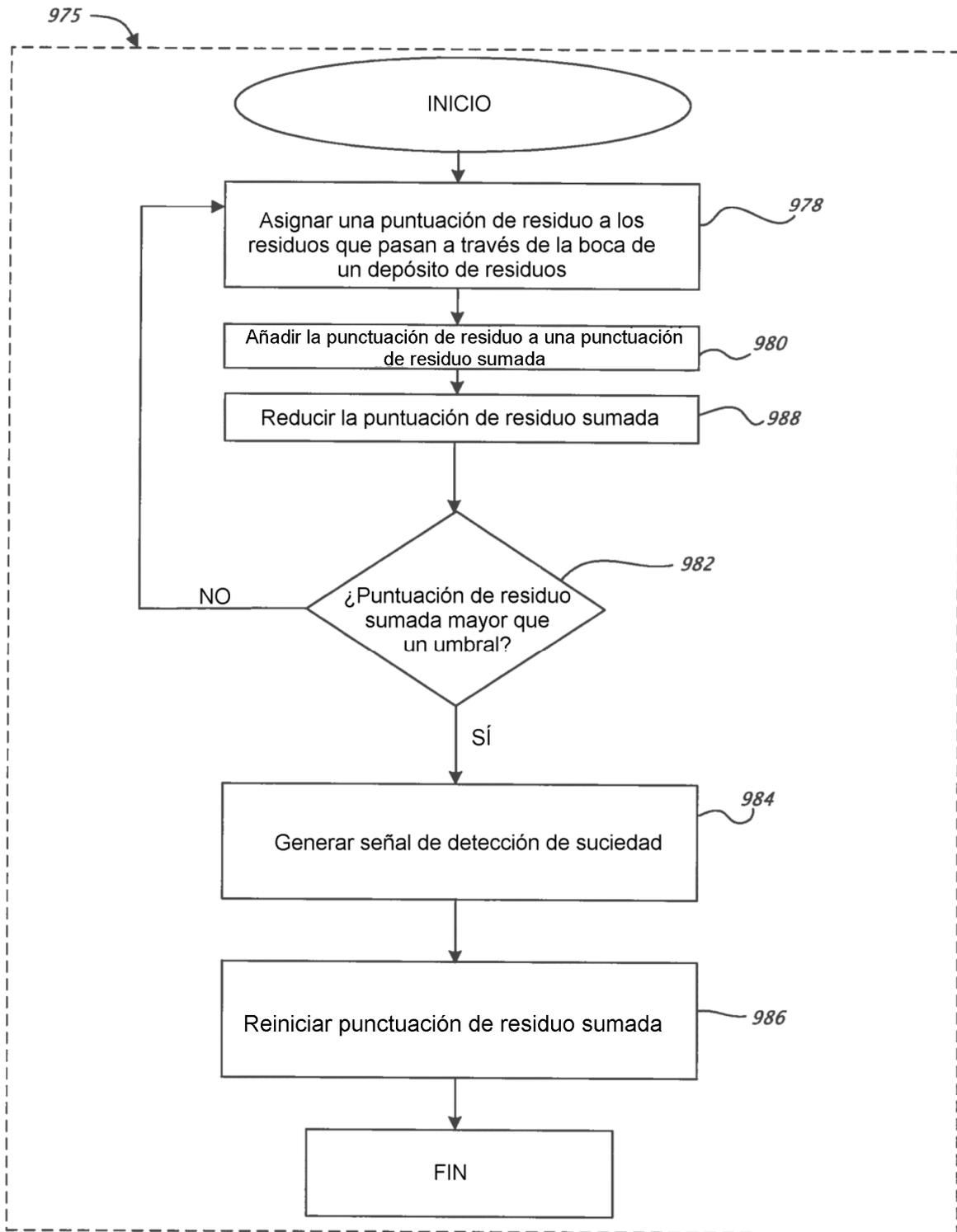


FIG. 9B

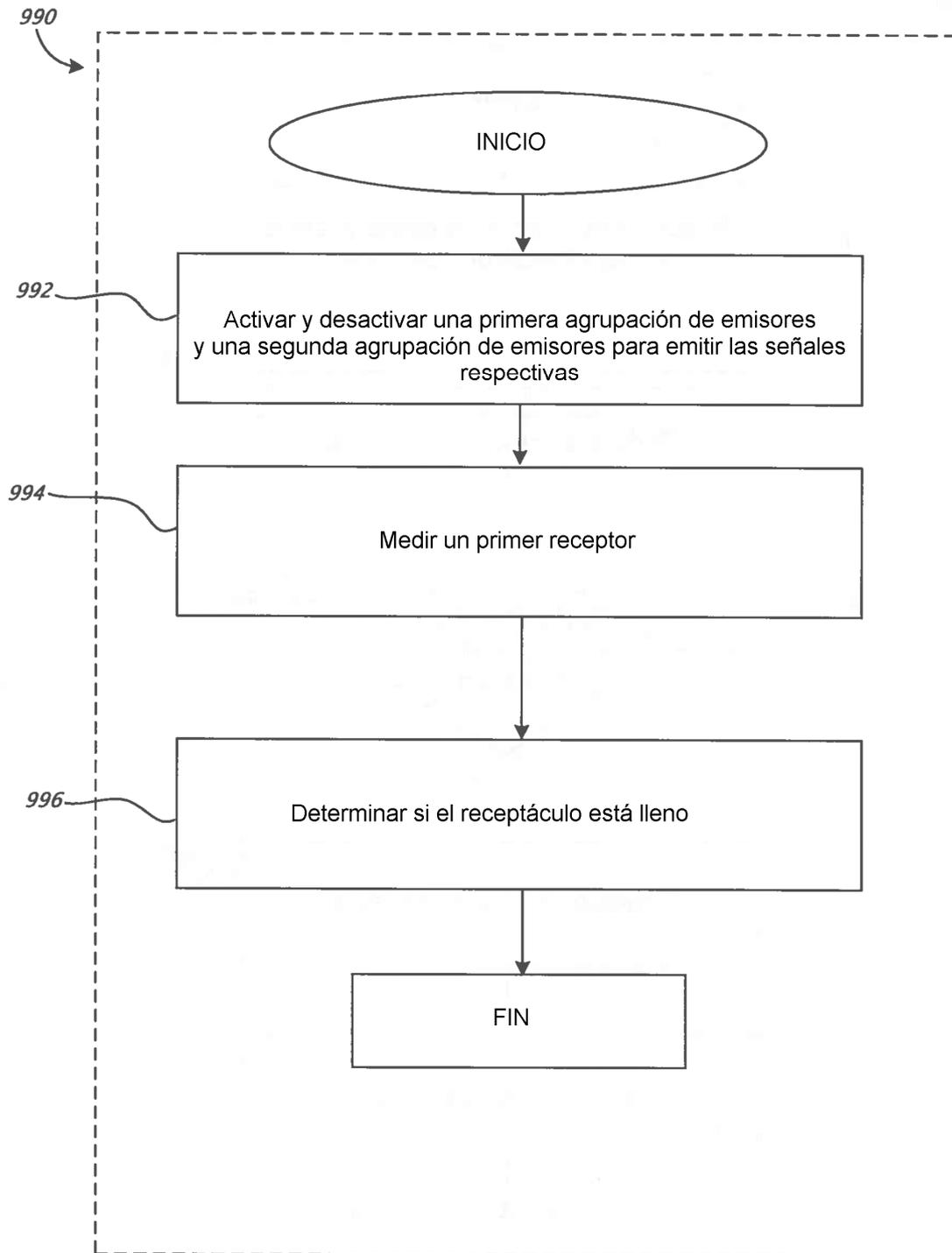


FIG. 9C

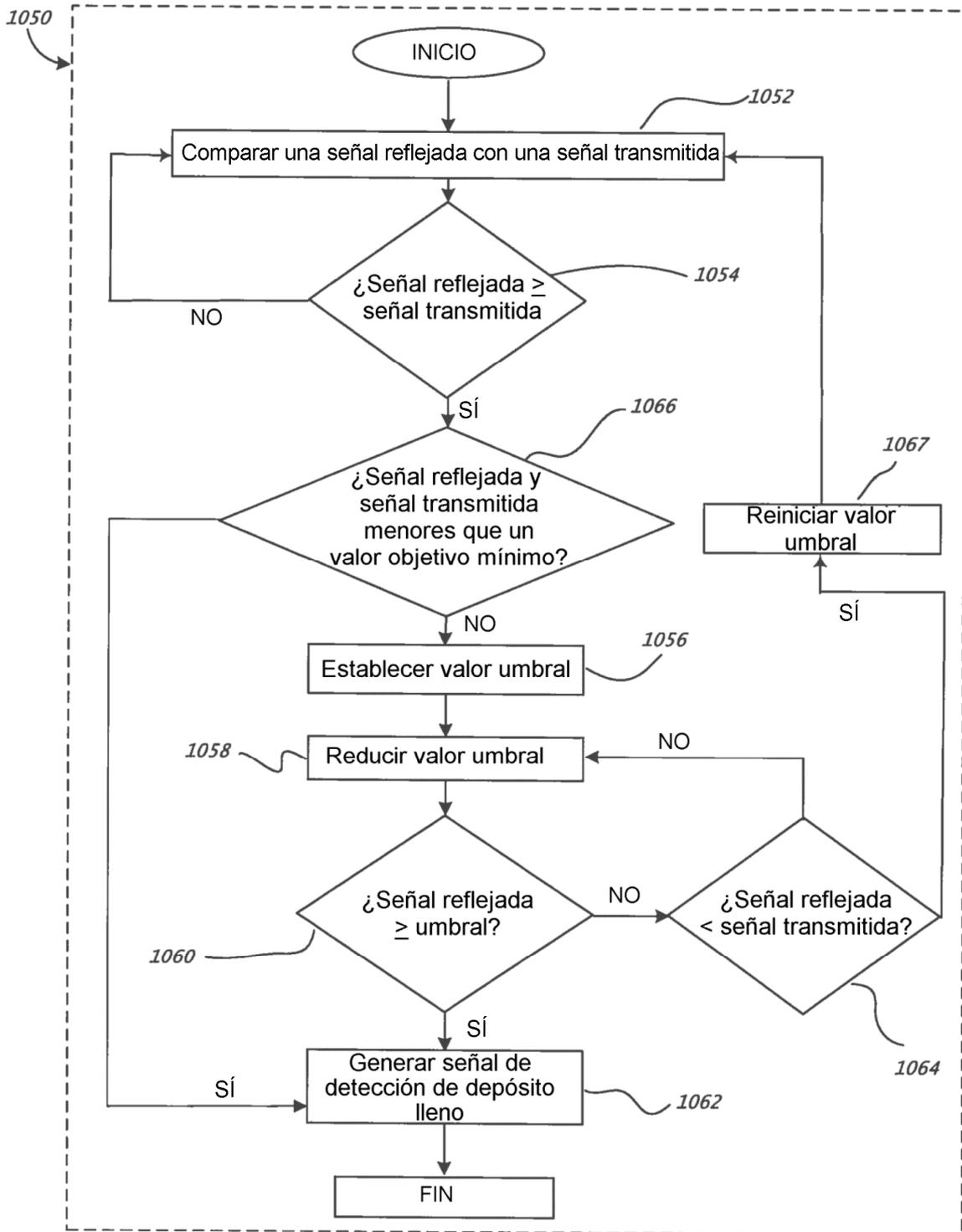


FIG. 9D

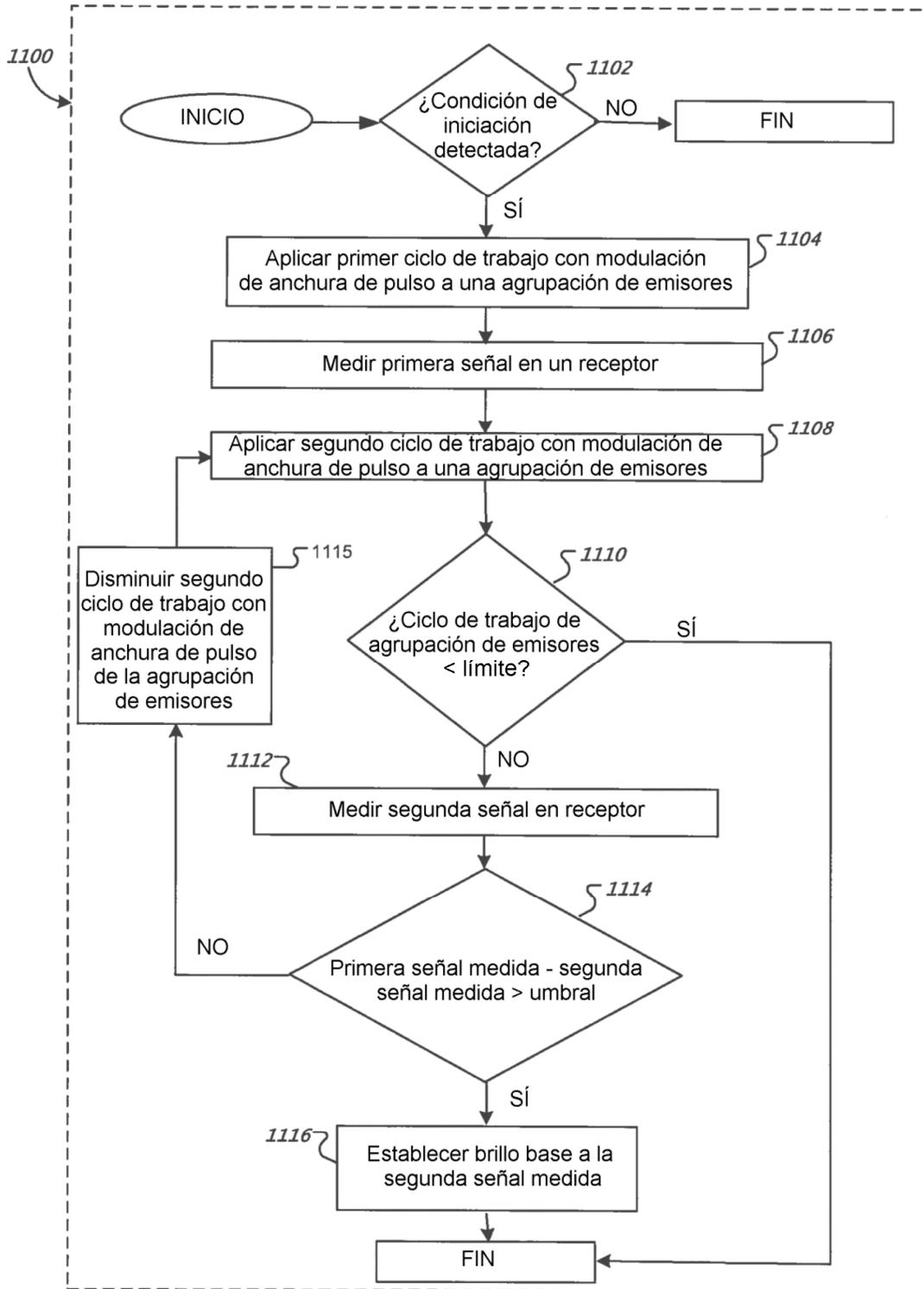


FIG. 9E

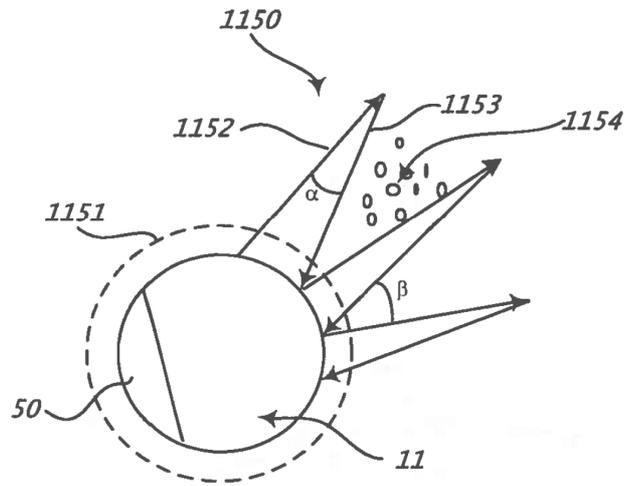


FIG. 10A

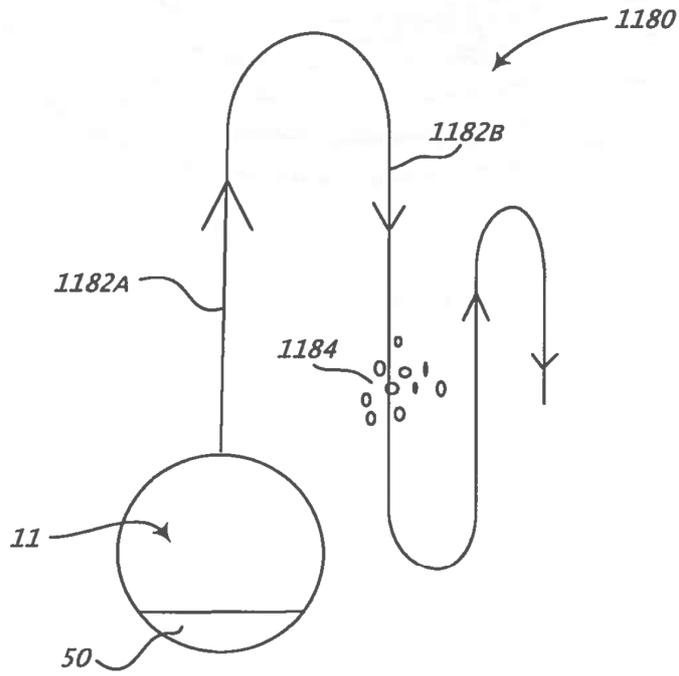


FIG. 10B

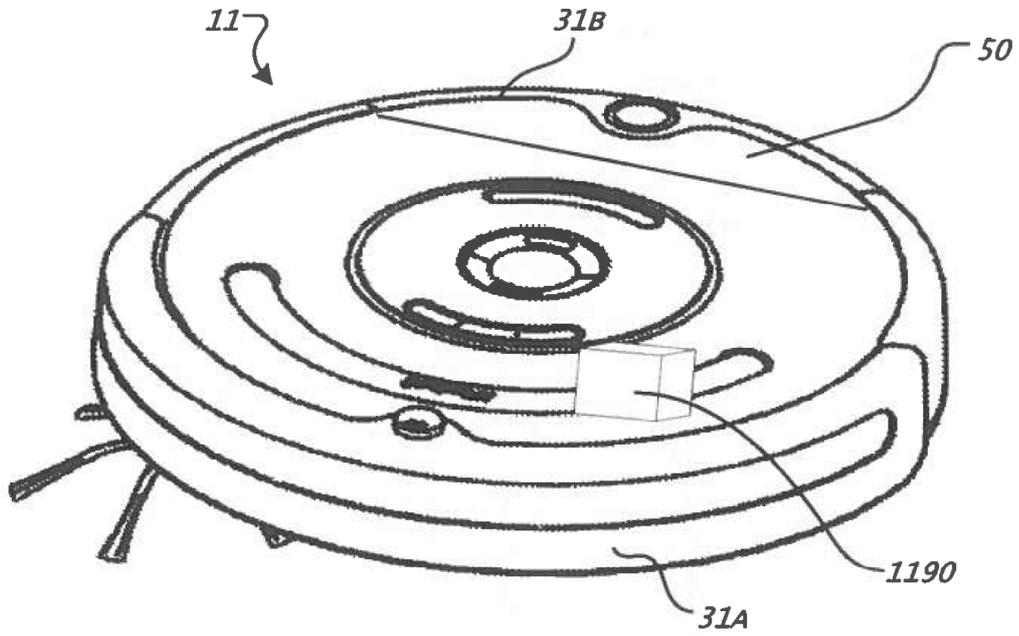


FIG. 11

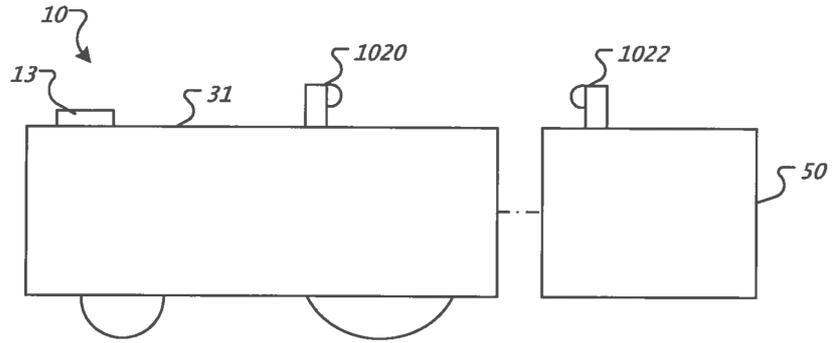
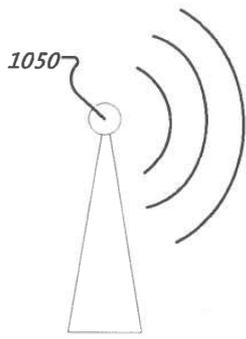


FIG. 12B

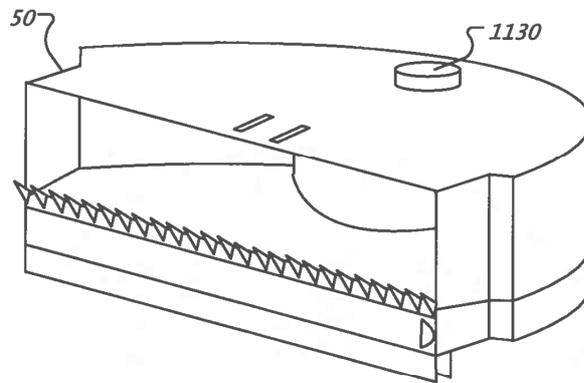


FIG. 13A

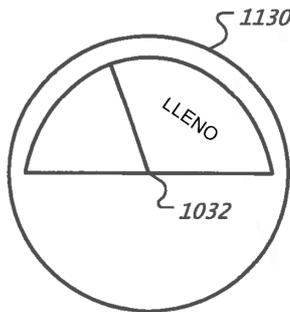


FIG. 13B

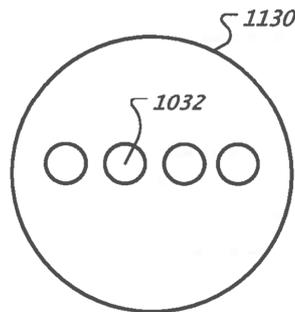


FIG. 13C

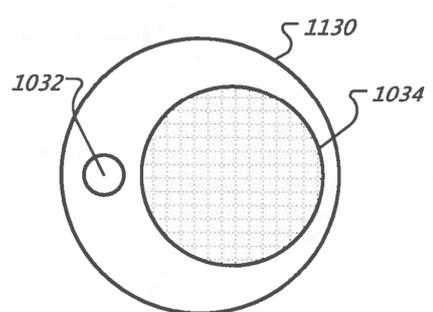


FIG. 13D

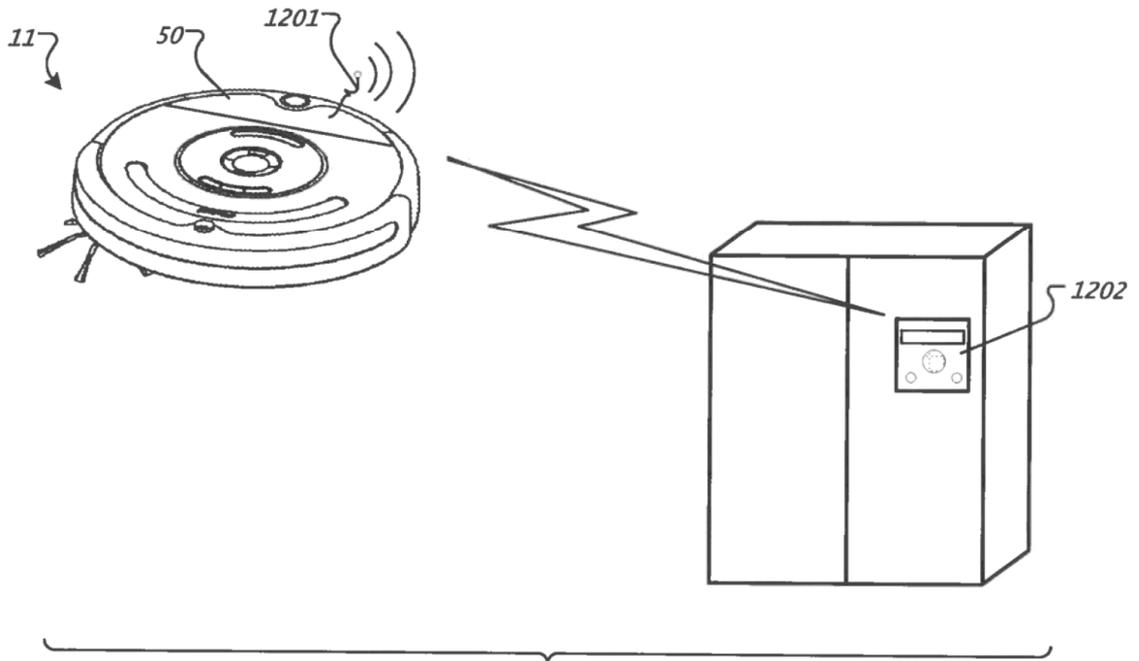


FIG. 14A

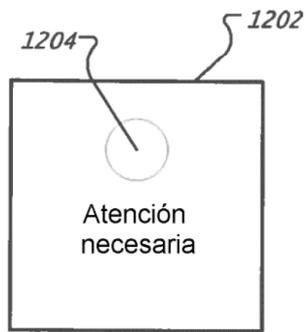


FIG. 14B

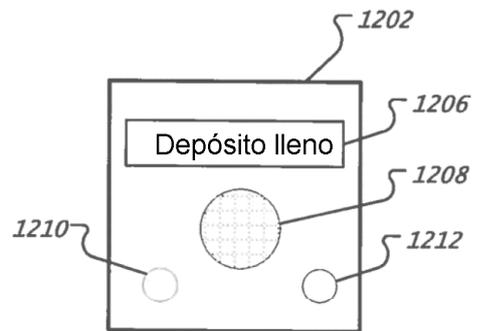


FIG. 14C

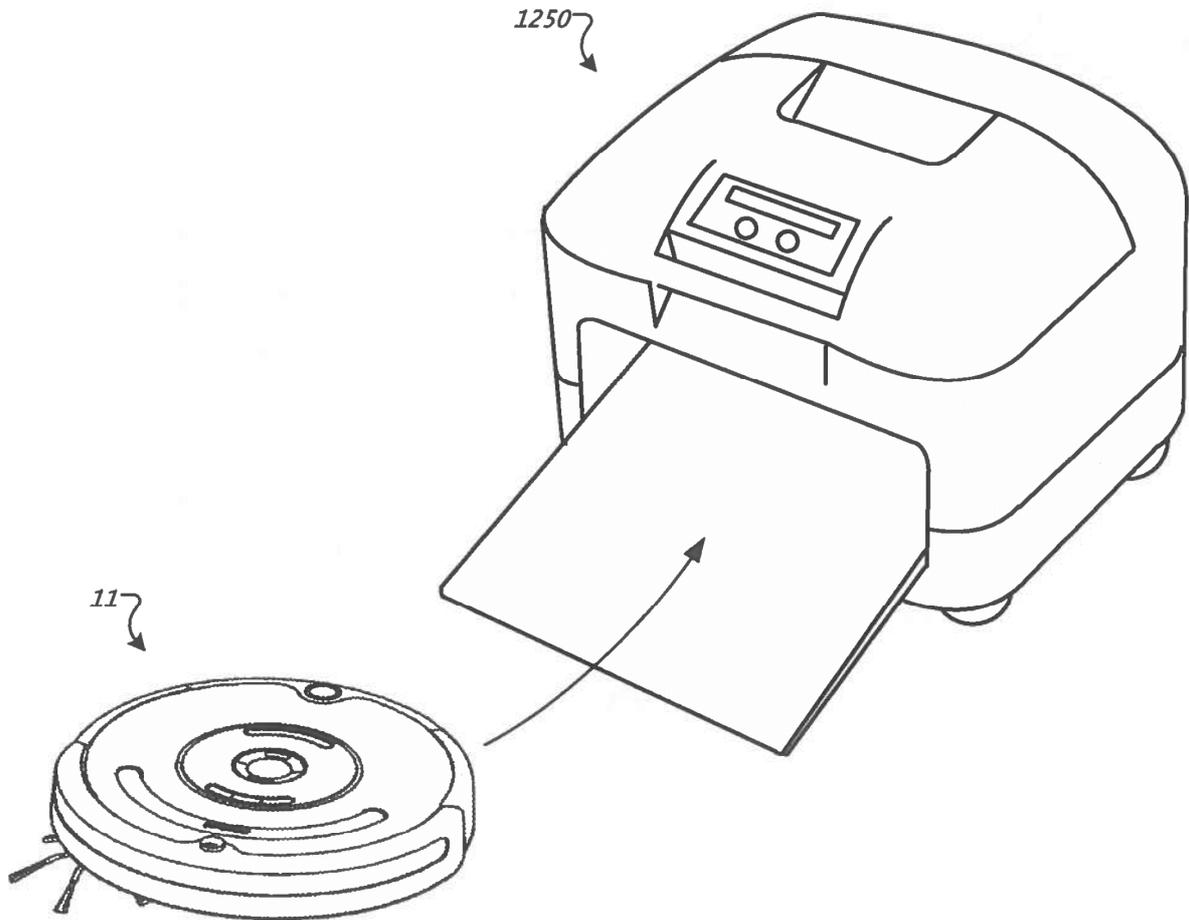


FIG. 14D

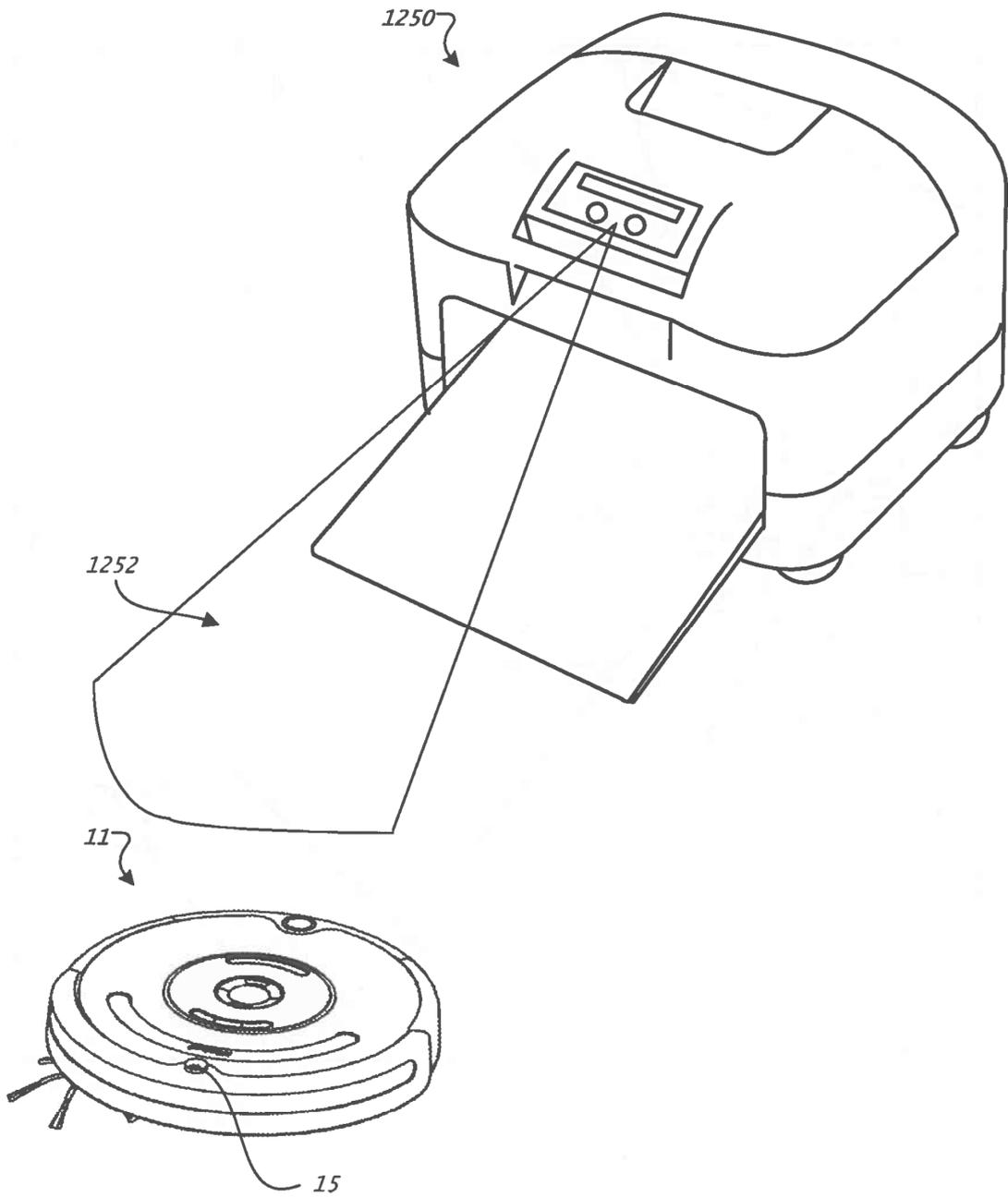


FIG. 15A

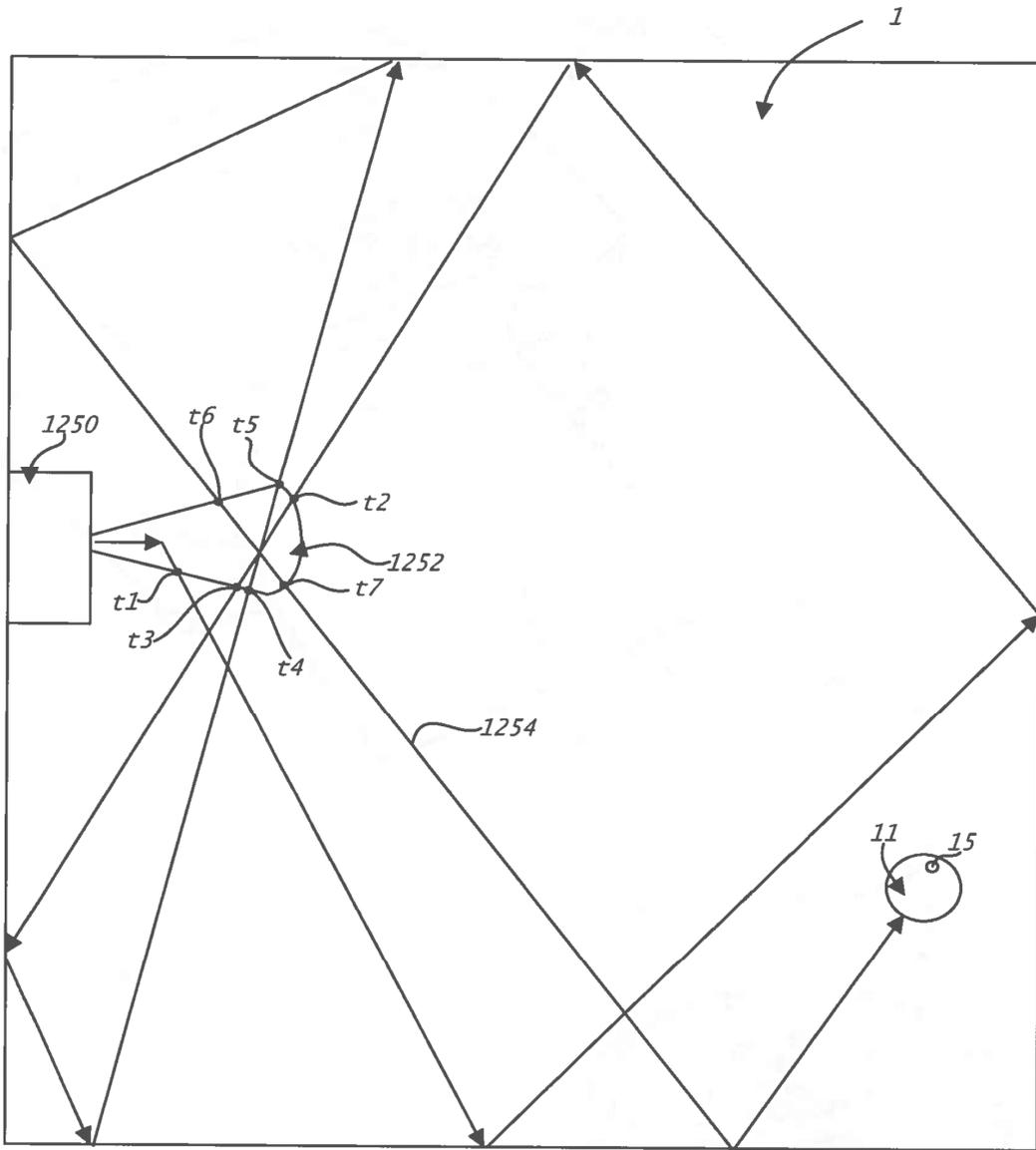


FIG. 15B

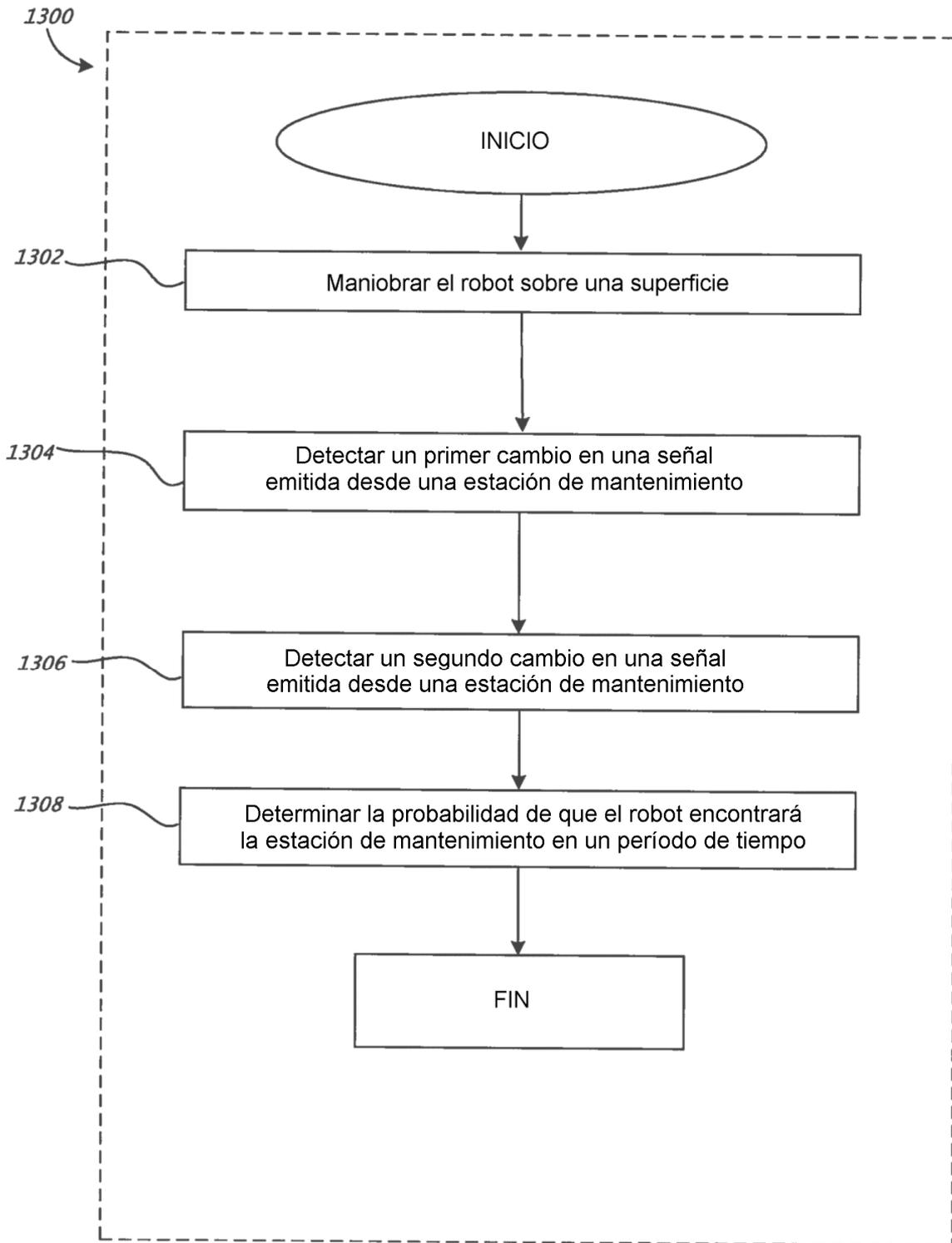


FIG. 16

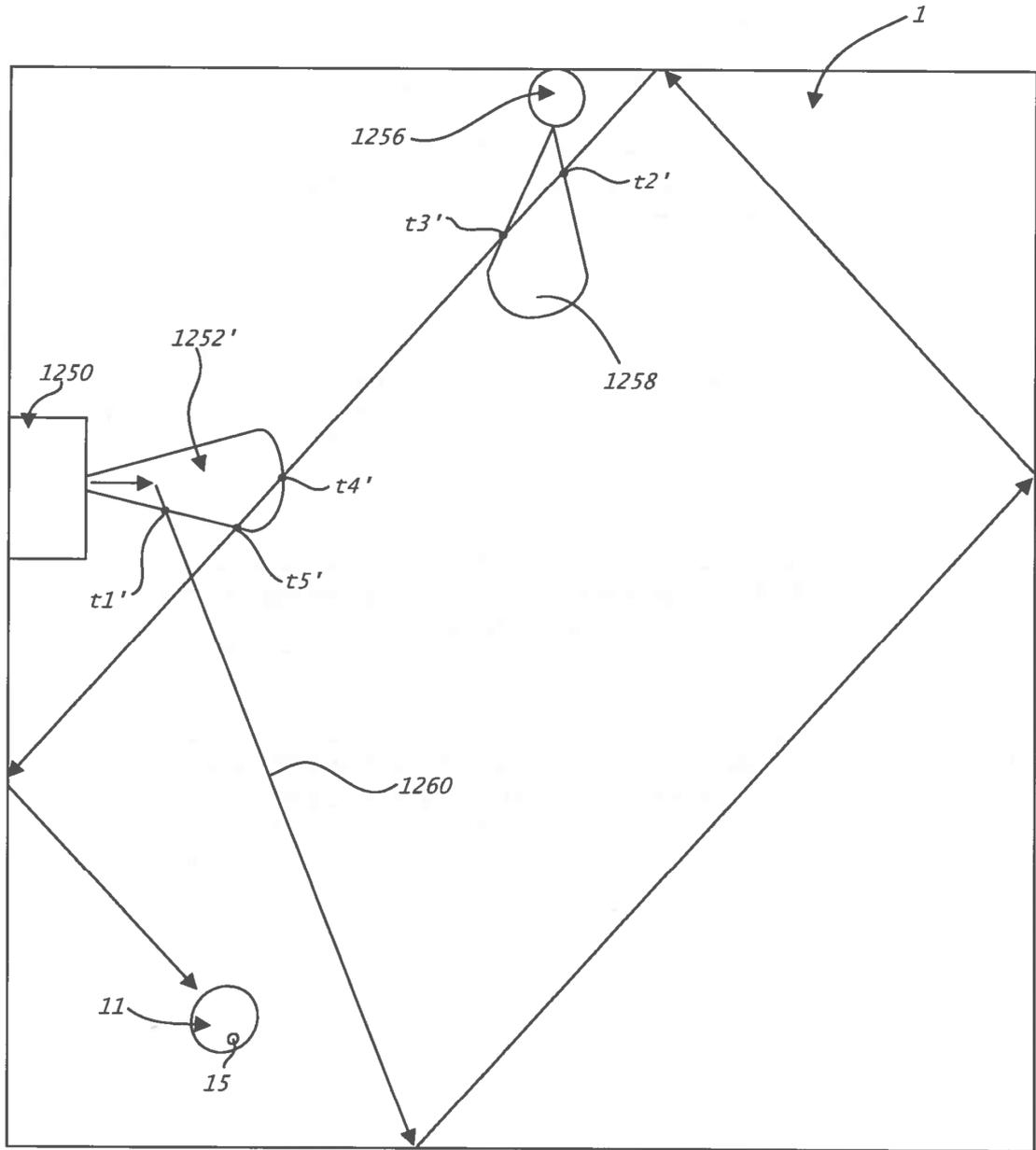


FIG. 17

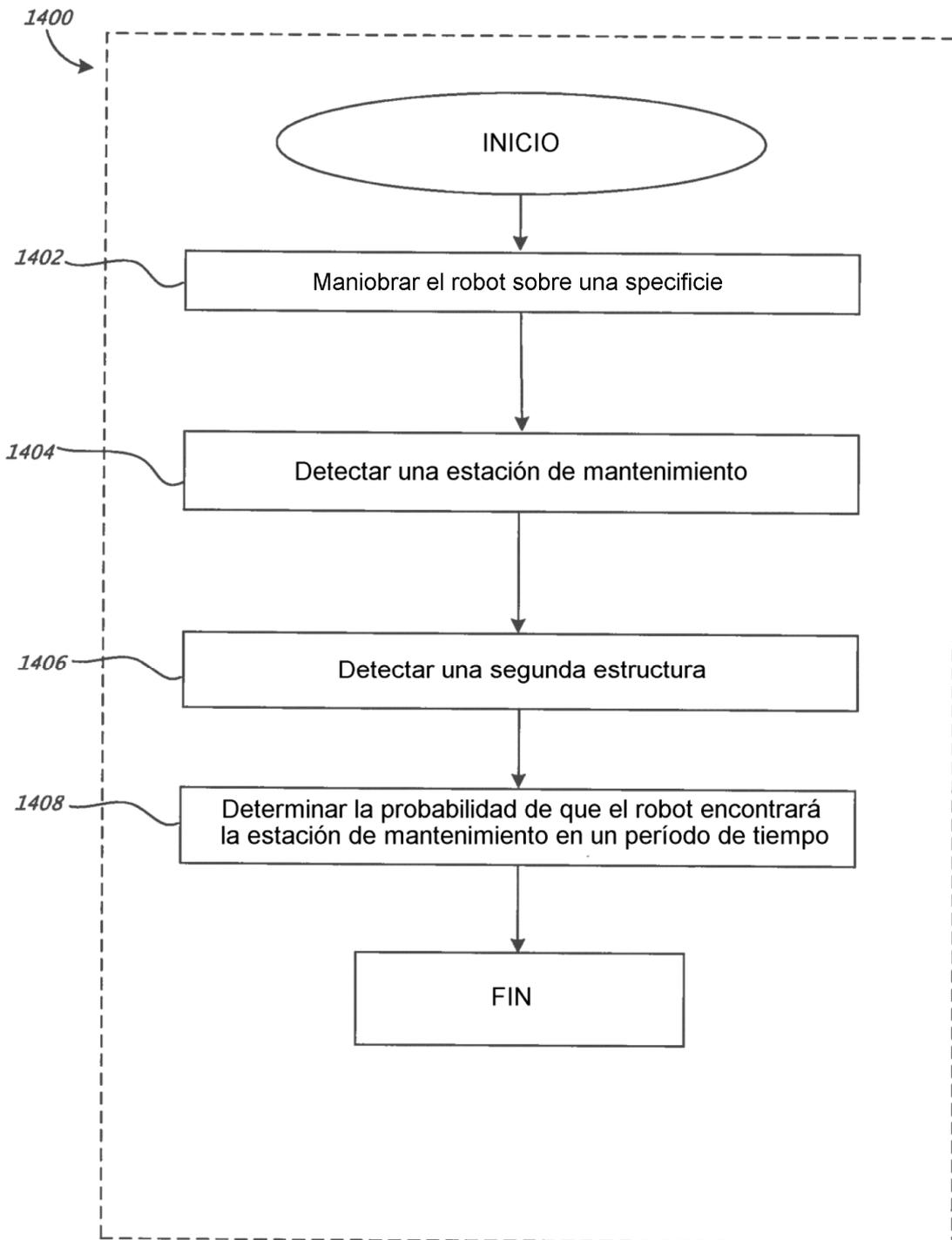


FIG. 18

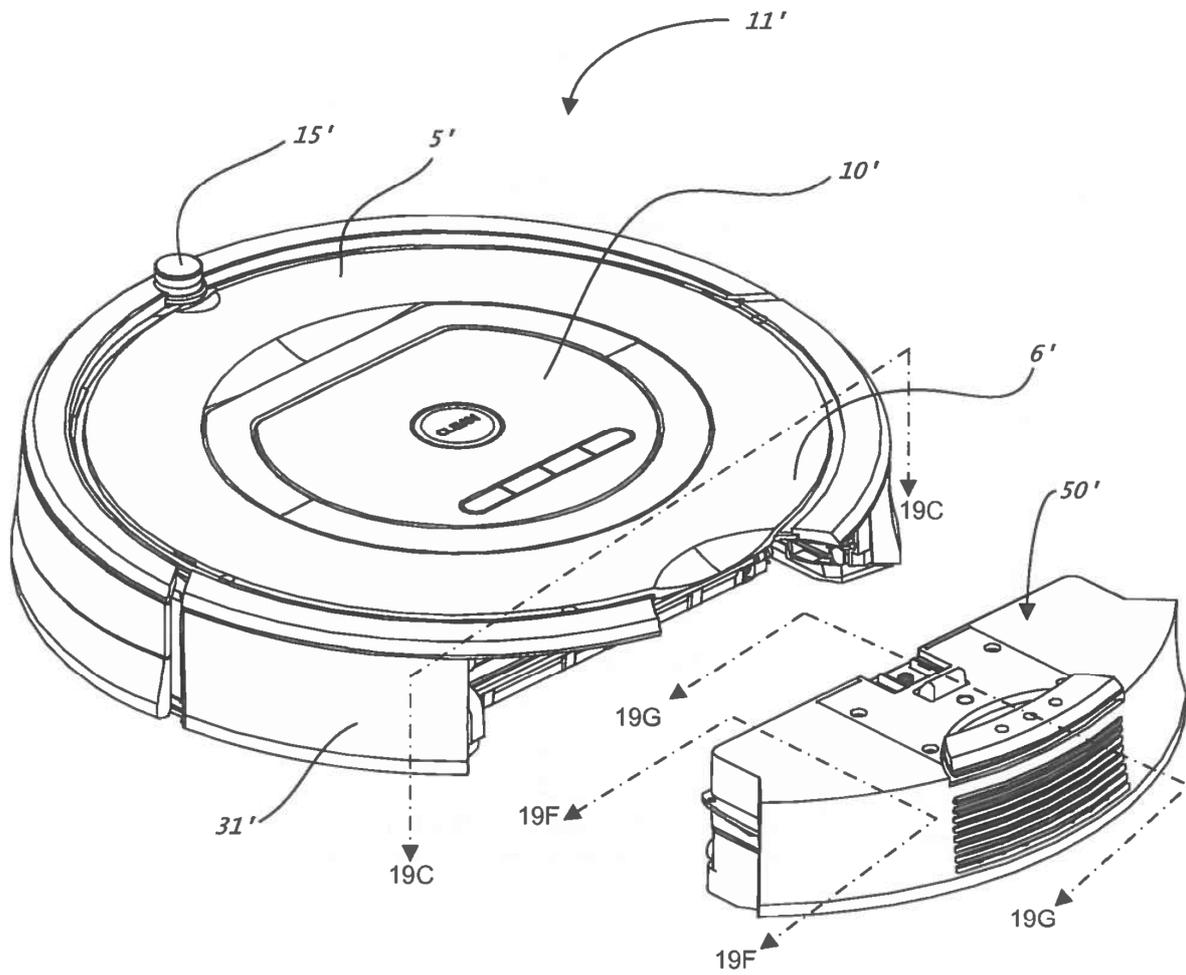


FIG. 19A

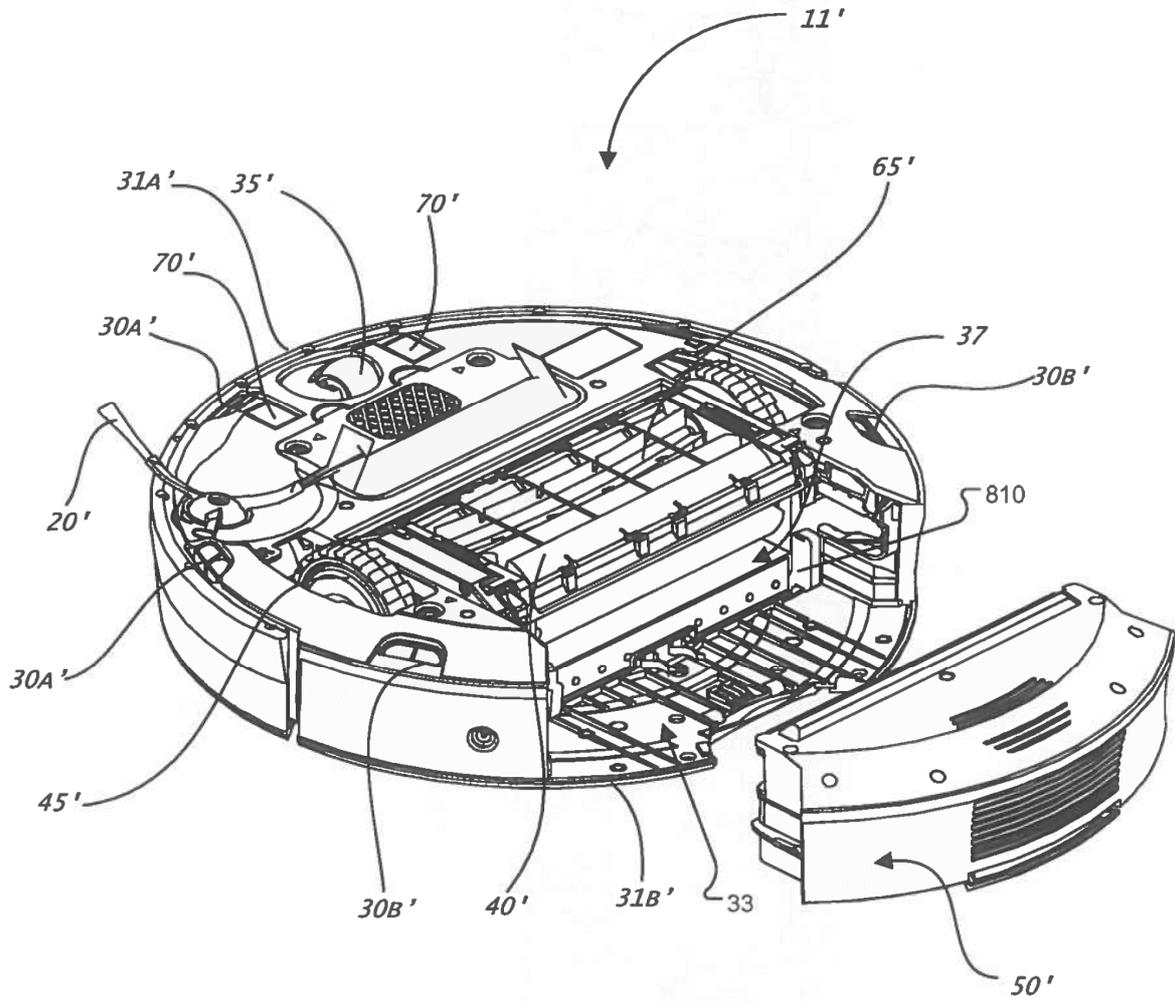


FIG. 19B

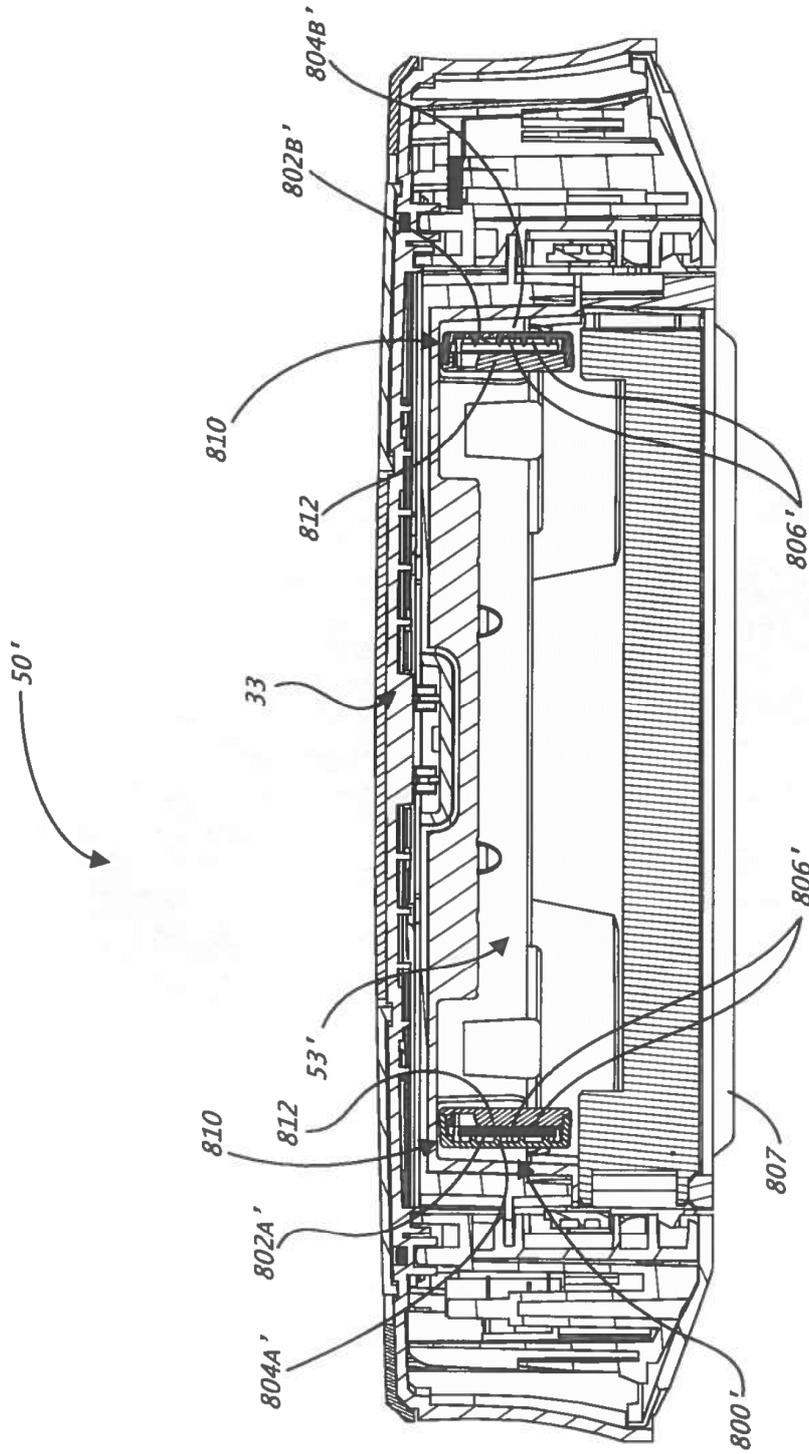


FIG. 19C

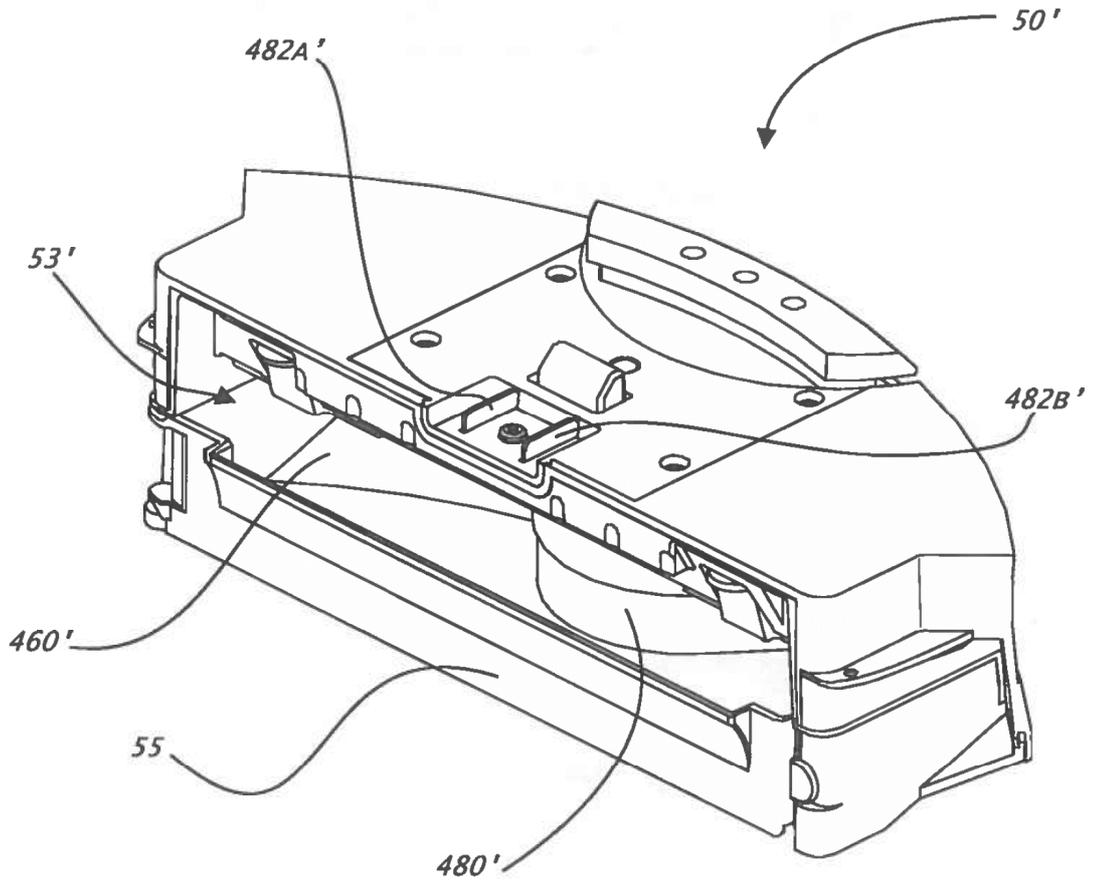


FIG. 19D

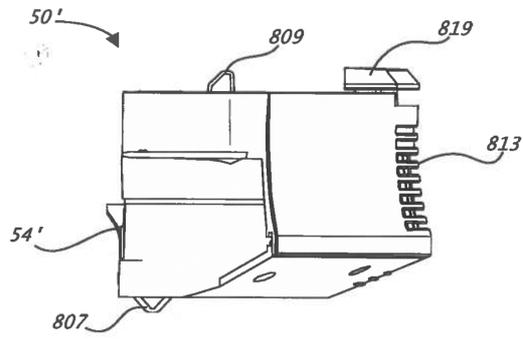


FIG. 19E

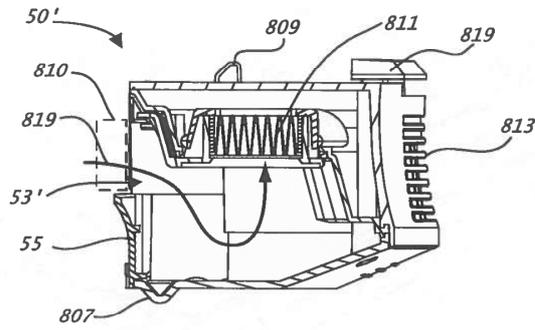


FIG. 19F

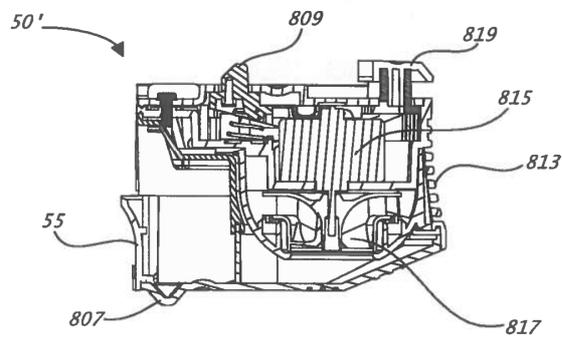


FIG. 19G