

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 967 512**

51 Int. Cl.:

B25J 9/16

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.05.2019** **PCT/EP2019/064087**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.12.2019** **WO19229181**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.05.2019** **E 19727406 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.09.2023** **EP 3802014**

54 Título: **Dispositivo y método de control para la verificación de artículos**

30 Prioridad:

01.06.2018 GB 201809020

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

30.04.2024

73 Titular/es:

OCADO INNOVATION LIMITED (100.0%)
1 Trident Place Mosquito Way
Hatfield, Herts AL10 9UL, GB

72 Inventor/es:

DEACON, GRAHAM;
PEDRO, OSEMWARO JEREMIAH OGHENETEG y
MAKRIS, CHRISTOS

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 967 512 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

Dispositivo y método de control para la verificación de artículos

Campo técnico

- 5 La presente invención hace referencia en general al campo de los sistemas robóticos y más específicamente a un dispositivo de control y un método para controlar un sistema robótico.

Antecedentes

En el campo de los sistemas de preparación de pedidos, se utiliza normalmente un sistema robótico para agarrar de forma selectiva los artículos de un primer contenedor y transportarlos a un segundo contenedor. Por ejemplo, la Figura 1 muestra un sistema robótico 200 que comprende un efector final 201, por ejemplo, un efector final de ventosa. El sistema robótico se prepara para transferir un artículo como, por ejemplo, un artículo cuboide 301, un primer artículo cilíndrico 302 y/o un segundo artículo cilíndrico 303 desde un primer contenedor 300 a un segundo contenedor 400. Normalmente, el sistema de preparación de pedidos conoce información del contenido del primer contenedor 300 a través de otros procesos automatizados. Sin embargo, se requiere que los sistemas de preparación de pedidos verifiquen qué artículo se ha recogido antes de colocarlo en el segundo contenedor 400 para garantizar que no se transfieren artículos incorrectos al segundo contenedor 400 debido a información imperfecta sobre el primer contenedor 300. Por ejemplo, si el artículo cuboide 301 se ha colocado por error en el primer contenedor 300 mientras que el segundo contenedor 400 sólo debe contener los artículos cilíndricos 302 y 303, pero no el artículo cuboide 301, el sistema de preparación de pedidos debe verificar qué artículo se ha recogido.

En los sistemas existentes, se emplea normalmente una unidad de formación de imágenes 500 para verificar qué artículo se ha recogido. En un ejemplo, la unidad de formación de imágenes 500 es un lector de códigos de barras preparado para leer un código de barras colocado en cada artículo. La identidad del artículo que se ha recogido, según lo determinado por el código de barras, se puede comparar con la identidad prevista del artículo en el primer contenedor 300. Como alternativa, la unidad de formación de imágenes 500 puede ser un clasificador de objetos por imágenes, preparado para verificar el artículo 301, 302 o 303 en función de técnicas de visión por ordenador para tomar una imagen del artículo y determinarlo de este modo.

Sin embargo, en los sistemas existentes se produce un retraso significativo entre el momento en que el sistema robótico 200 agarra el artículo, verifica la identidad del mismo y permite su colocación en el segundo contenedor 400. Por ejemplo, puede ser necesario que el sistema robótico pase el artículo por delante de un escáner de códigos de barras, lo que puede requerir que el sistema robótico se detenga delante del escáner de códigos de barras para permitir escanear el código de barras del artículo. En ocasiones, el sistema robótico 200 ocluye el código de barras, lo que impide el escaneado correcto del código de barras del artículo y/o requiere que el sistema robótico 200 dedique tiempo adicional a manipular el artículo hasta una orientación más favorable para escanear el código de barras. Del mismo modo, el sistema robótico 200 puede tener que hacer una pausa mientras se toman imágenes del artículo para permitir la clasificación de objetos por imágenes del artículo. Además, la clasificación de objetos por imágenes existente sólo puede manejar unos pocos miles de clases de artículos y, por consiguiente, aún no se sabe si podrá ampliarse para manejar gamas de productos industriales, que pueden ser mayores en uno o más órdenes de magnitud.

Por consiguiente, existe la necesidad de verificar de forma más rápida y eficaz qué artículo ha sido agarrado por un sistema robótico, proporcionando al mismo tiempo una solución que se pueda escalar.

El documento US 2015/032252 A1 hace referencia a un método y un sistema para la recogida o la colocación de piezas en una instalación logística. Los robots móviles de manipulación pueden navegar de forma autónoma dentro de la instalación logística mediante el reconocimiento de puntos de referencia por al menos uno de varios sensores. Los sensores también proporcionan señales relacionadas con la detección, identificación y ubicación de una pieza que se debe recoger o guardar, y los procesadores de los robots analizan la información de los sensores para generar movimientos de un brazo articulado y un efector final del robot para recoger o colocar la pieza.

El documento US 2011/166696 A1 hace referencia a un método de distribución de objetos, con una distribución aleatoria de pesos, de acuerdo con sus pesos. En el método, se detecta la presencia de uno de los objetos, el objeto detectado es agarrado por un robot, y el objeto agarrado es pesado por un sensor. El peso medido se asocia al objeto y se almacena. El proceso se repite para todos los objetos. La distribución de pesos obtenida a partir de los pesos medidos se utiliza en el llenado de contenedores con objetos de modo que los contenedores se llenen de forma óptima.

El documento WO 2015/019055 A1 hace referencia a un sistema de almacenamiento y a un dispositivo de manipulación de cargas para elevar y mover contenedores apilados en el sistema de almacenamiento. El sistema de almacenamiento incluye varios raíles o vías dispuestas en un patrón de rejilla por encima de las pilas de contenedores. El patrón de rejilla comprende varios espacios de rejilla y cada pila se sitúa dentro de una huella de un solo espacio de rejilla. El dispositivo de manipulación de cargas se configura para desplazarse lateralmente sobre los raíles o vías situadas por encima de las pilas. El dispositivo de manipulación de cargas incluye un espacio de recepción de

contenedores situado por encima de los raíles o vías en uso y un dispositivo de elevación preparado para elevar un contenedor de una pila al espacio de recepción de contenedores. El dispositivo de manipulación de cargas tiene una huella que, durante su utilización, ocupa un único espacio de rejilla en el sistema de almacenamiento.

Sumario

5 La presente invención se define de acuerdo con el sistema de almacenamiento de la reivindicación 1 y el método de la reivindicación 12.

10 En términos generales, la invención verifica el artículo que ha sido agarrado midiendo una propiedad dinámica del artículo. Por otra parte, la medición de la propiedad dinámica del artículo permite verificar el número de artículos que tiene actualmente un sistema robótico. Del mismo modo, la medición de la propiedad dinámica del artículo permite determinar si el sistema robótico ha recogido exactamente un artículo entero, en contraposición a parte de un artículo.

Breve descripción de los dibujos

15 Las formas de realización de la invención se describirán ahora a modo de ejemplo únicamente con referencia a los dibujos adjuntos, en los que números de referencia similares designan partes iguales o correspondientes, y en los que:

La Figura 1 es un diagrama esquemático de un sistema de preparación de pedidos de acuerdo con un sistema conocido.
 20 La Figura 2 es un diagrama esquemático de un dispositivo de control de acuerdo con una forma de realización de la presente invención.
 La Figura 3 es un gráfico que muestra la fuerza detectada por una unidad de sensor que varía con el tiempo cuando un sistema robot 35 ha recogido un primer artículo y un segundo artículo donde los artículos primero y segundo son distintos.
 25 La Figura 4 es un gráfico que muestra el par detectado por una unidad de sensor que varía con el tiempo cuando un sistema robótico ha recogido un primer artículo y un segundo artículo donde los artículos primero y segundo son distintos.
 La Figura 5 es un gráfico que muestra la fuerza detectada por una unidad de sensor que varía con el tiempo cuando un sistema robótico ha recogido un primer artículo y un segundo artículo donde los artículos primero y segundo son similares.
 30 La Figura 6 es un gráfico que muestra el par detectado por una unidad de sensor que varía con el tiempo cuando un sistema robótico ha recogido un primer artículo y un segundo artículo donde los artículos primero y segundo son similares.
 Las Figuras 7a y 7b son diagramas esquemáticos que muestran el sistema robótico llevando a cabo maniobras predeterminadas mientras agarra un artículo.
 35 La Figura 8 es un diagrama esquemático que muestra un sistema robótico que agarra un artículo dañado.
 La Figura 9 es un diagrama de flujo de los procesos llevados a cabo por la unidad de control de acuerdo con una primera forma de realización de la presente invención.
 La Figura 10 es un diagrama esquemático de una estructura de almacén de acuerdo con un sistema conocido.
 40 La Figura 11 es un diagrama esquemático de una vista de arriba abajo que muestra una pila de cajas dispuestas dentro de la estructura de almacén de la Figura 10.
 Las Figuras 12(a) y 12(b) son vistas esquemáticas en perspectiva de un dispositivo de manipulación de cargas que deposita una caja y la Figura 12(c) es una vista esquemática en perspectiva frontal de un dispositivo de manipulación de cargas que eleva un contenedor.
 45 La Figura 13 es un diagrama esquemático de un sistema que muestra los dispositivos de manipulación de cargas que operan en la estructura de almacén.

Descripción detallada de las formas de realización

Primera forma de realización

50 La Figura 2 representa un sistema para agarrar artículos de un contenedor 300 junto con una unidad de control 100 de acuerdo con la primera forma de realización de la presente invención. En este sistema, en un nivel superior, se proporciona un contenedor 300 preparado para almacenar al menos un artículo. Se proporciona un sistema robótico 200 que se prepara para agarrar un artículo del contenedor 300 y se prepara para registrar la información sobre un artículo agarrado por el sistema robótico 200. Una unidad de control 100 de acuerdo con la primera forma de realización de la presente invención se prepara para recibir la información registrada por el sistema robótico 200 y se prepara para verificar que el artículo recogido por el sistema robótico 200 tenga una propiedad dinámica que coincida con lo esperado de un artículo que este previsto que se encuentre en el contenedor 300.
 55

Más detalladamente, el contenedor 300, según se representa, contiene tres artículos, al menos uno de los cuales se desea mover desde el contenedor 300 mediante el sistema robótico 200. En un ejemplo, se puede esperar que el contenedor 300 contenga sólo un tipo de artículo, en donde al menos uno del tipo de artículo se debe mover desde el contenedor 300 por el sistema robótico 200. De esta manera, el sistema de preparación de pedidos conoce el tipo de

artículo que se espera que contenga el contenedor 300. Sin embargo, el contenedor 300 puede contener otros artículos que no sean del mismo tipo que los demás artículos del contenedor 300. Por ejemplo, otros tipos de artículos se pueden colocar por error en el contenedor 300 o el contenedor 300 se puede preparar para que contenga más de un tipo de artículo. Como se apreciará, el contenedor 300 puede contener cualquier número de artículos o ningún artículo. El contenedor incluye normalmente una superficie inferior, un suelo, para apoyar los artículos y paredes, por ejemplo, paredes para evitar que los artículos se caigan. Sin embargo, como se apreciará, el contenedor podría tener cualquier tamaño o configuración para contener artículos, por ejemplo, con tres paredes, cinco paredes, etc. Como alternativa, el contenedor 300 puede carecer de paredes y, por consiguiente, constar únicamente de un suelo que, en esta configuración, se puede denominar palé.

Idealmente, los artículos contenidos en el contenedor 300 se colocan por debajo de la parte superior de las paredes, sin embargo, la primera forma de realización también se puede aplicar a un contenedor en el que los artículos se extienden por encima de la parte superior de las paredes, por ejemplo, debido a artículos de gran tamaño colocados en el contenedor 300 o debido a un gran número de artículos apilados en el contenedor 300. El contenedor 300 mostrado en la Figura 2 consta de tres artículos, un artículo cuboide 301, un primer artículo cilíndrico 302 y un segundo artículo cilíndrico 303. Como se apreciará, los artículos pueden tener cualquier forma y no necesariamente un cuboide o un cilindro.

Por otra parte, el contenedor 300 puede incluir un medio de identificación, como por ejemplo un código de barras o similar, con el fin de identificar de forma única el contenedor 300 entre otros contenedores. De esta manera, el sistema de preparación de pedidos puede identificar el contenedor 300 entre otros contenedores. Por ejemplo, en un almacén que comprende varios contenedores, el sistema de preparación de pedidos puede identificar cada contenedor en función de los medios de identificación. De esta manera, cuando los artículos se colocan en cada contenedor, el sistema de preparación de pedidos puede registrar los artículos colocados en cada contenedor. Antes de permitir que un sistema robótico 200 lleve a cabo una acción de recogida en el contenedor 300, el sistema de preparación de pedidos se puede preparar para identificar el contenedor 300 y, de este modo, recordar los artículos que el contenedor 300 debe contener. La unidad de control 100 se prepara para verificar si los artículos 300 - 302 pertenecen al contenedor 300 o deben salir de él basándose, al menos, en una propiedad dinámica de cada artículo.

El sistema robótico 200 está previsto para agarrar un artículo del contenedor 300. En particular, el sistema robótico 200 comprende un efector final 201 preparado para agarrar un artículo. En la Figura 2 se muestra que el efector final es un efector final de ventosa 201 que depende del vacío para agarrar un artículo. Sin embargo, se pueden utilizar otros efectores finales en lugar de un efector final de ventosa. Por ejemplo, se puede utilizar un efector final de mordaza paralela para agarrar un artículo del contenedor 300. El sistema robótico puede agarrar de este modo un artículo 301 - 303 del contenedor 300. El sistema robótico 200 comprende además una unidad de sensor 202 preparada para medir una propiedad dinámica del artículo 301 - 303. En este sentido, se prevé que la unidad de sensor 202 se prepare para medir cualquier propiedad que resulte del movimiento de un artículo en relación con la unidad de sensor 202, incluyendo, entre otros, la presión, el par de torsión y/o la fuerza que el artículo ejerce sobre la unidad de sensor 202, la aceleración que el artículo induce sobre la unidad de sensor 202, el sonido del desplazamiento del contenido del artículo, y/o la fuerza de cizallamiento que el objeto ejerce sobre la unidad de sensor 202 a medida que el artículo se desliza.

El sistema robótico 200 se puede preparar para mover el artículo agarrado 301 - 303 desde el primer contenedor 300 a un segundo contenedor (no mostrado). De este modo, el primer contenedor 300 puede contener artículos de un sistema de inventario de almacén y el segundo contenedor se puede preparar para que contenga aquellos artículos que un cliente ha pedido al sistema de inventario de almacén. Por consiguiente, el sistema robótico 200 se puede preparar para agarrar de forma selectiva aquellos artículos del primer contenedor 300 que el cliente ha pedido y, a continuación, colocar los artículos en el segundo contenedor para su transporte al cliente. Por consiguiente, el sistema robótico transfiere un artículo del primer contenedor 300 al segundo contenedor. Por consiguiente, para garantizar que el pedido del cliente es correcto, es importante que el artículo agarrado sea el correcto.

Una unidad de control 100 de acuerdo con una primera forma de realización de la presente invención recibe la información medida desde la unidad de sensor 202 indicativa de la propiedad dinámica del artículo 301 - 303. La unidad de control 100 también se prepara para recibir información que identifica un artículo que se espera que esté en el contenedor 300. En función de la información recibida, la unidad de control 100 se prepara para verificar que el artículo 301 - 303 recogido por el sistema robótico 200 tiene una propiedad dinámica esperada del artículo que se espera que esté en el contenedor. Se prevé que la propiedad dinámica sea al menos una de las propiedades inerciales del artículo, la propiedad de amortiguación del artículo y/o el sonido del artículo y su contenido. Del mismo modo, se prevé que la propiedad dinámica incluya propiedades inducidas por el movimiento. Por ejemplo, se prevé que la propiedad dinámica incluya una propiedad de fuerza de cizallamiento que, por ejemplo, sea inducida por un sistema robótico 200 que mueve el artículo de manera que el artículo se desliza en el efector final y utiliza el deslizamiento como una medida de la fricción entre el efector final y el artículo. Por ejemplo, un efector final podría frotar activamente sus dedos sobre la superficie del artículo o hacer que el artículo se deslice mientras el efector final agarra el artículo. Se apreciará que, aunque se hace referencia a una propiedad dinámica, se pueden medir una o más propiedades

dinámicas en cualquier momento para proporcionar de este modo información sobre el artículo adecuada para su verificación. Por ejemplo, una propiedad inercial y una propiedad de amortiguación se pueden medir al mismo tiempo para proporcionar la información necesaria para la verificación del artículo.

5 Por ejemplo, el sistema de preparación de pedidos puede haber registrado que el contenedor 300 sólo contiene primeros artículos cilíndricos 302, donde los primeros artículos cilíndricos 302 comprenden cada uno un artículo sólido, como por ejemplo un tarro de producto de salsa de tomate. Sin embargo, debido a errores al empaquetar el contenedor 300 (como por ejemplo, debido a que una persona haya colocado artículos erróneos en el contenedor 300) entre los primeros artículos cilíndricos 302 también puede estar el segundo artículo cilíndrico 303, donde el segundo artículo cilíndrico 303 contiene un tarro de producto de encurtidos. Por consiguiente, basándose únicamente en la forma del artículo, no sería posible diferenciar los artículos. Las técnicas tradicionales son lentas y normalmente requieren que el artículo se detenga delante de un escáner de códigos de barras.

15 En su lugar, la primera forma de realización de la presente invención se basa en las propiedades dinámicas del artículo para verificar de este modo que el artículo que se está agarrando es el artículo esperado. En particular, la verificación del artículo se lleva a cabo midiendo cómo responde el artículo a medida que se mueve. Por ejemplo, cuando el sistema robótico 200 transfiere un artículo del primer contenedor 300 a un segundo contenedor (no mostrado), la verificación del artículo se puede llevar a cabo mientras el sistema robótico 200 transfiere el artículo. Por consiguiente, se consigue un aumento de la velocidad porque el sistema robótico 200 no necesita detenerse delante de un escáner de códigos de barras. En su lugar, el movimiento necesario del artículo desde un primer contenedor 300 a un segundo contenedor se utiliza para verificar también la identidad del artículo. La primera forma de realización de la presente invención proporciona la ventaja de aumentar la eficacia de la transferencia de artículos al eliminar la necesidad de que el sistema robótico 200 haga una pausa para la verificación del artículo por una unidad de formación de imágenes.

25 En un ejemplo, al mover el artículo 301 - 303 se ejerce una fuerza/par sobre el artículo 301 - 303 lo que provoca que el artículo se acelere. La aceleración del artículo corresponde a una propiedad dinámica del artículo 301 - 303. En este ejemplo, la jarra de salsa de tomate se moverá de manera diferente a la jarra de encurtidos, por ejemplo, la jarra (homogénea) de salsa de tomate presentará propiedades dinámicas diferentes (como por ejemplo características de chapoteo diferentes) a la jarra de encurtidos que contiene sólidos grandes en forma de encurtidos. El chapoteo impartirá de este modo una fuerza/par en la unidad de sensor 202 que se prepara para medir una fuerza/par de este tipo. En función de la fuerza/par medidos, la unidad de control 100 se prepara para verificar el artículo comparando la propiedad dinámica del artículo con la propiedad dinámica del artículo que se espera que esté en el contenedor. Por ejemplo, la comparación se puede llevar a cabo utilizando un modelo estadístico, mediante aprendizaje automático, para determinar el grado de similitud entre la dinámica medida por la unidad de sensor 202 y la dinámica esperada del artículo que se espera que esté en el contenedor. Preferiblemente, el modelo estadístico se prepara para gestionar el ruido y la deriva (como por ejemplo la deriva de la temperatura) en la medición obtenida de la unidad de sensor 202. Por ejemplo, la salida de la unidad de sensor 202 puede ser el resultado de variaciones en la posición del artículo con respecto al efector final. Por otra parte, cuando se utilizan diferentes unidades de sensor 202, el modelo estadístico se puede preparar para generalizar a través de las múltiples unidades de sensor 202. Como alternativa, el modelo estadístico se puede entrenar para una unidad de sensor 202 específica.

45 En el ejemplo anterior, la unidad de sensor 202 descrita se prepara para medir una fuerza y/o un par. Sin embargo, se contemplan otras propiedades de medición, a saber, propiedades que resultan del movimiento de un artículo con respecto a la unidad de sensor 202, incluyendo, entre otros, la presión que el artículo ejerce sobre la unidad de sensor 202, la aceleración que el artículo induce sobre la unidad de sensor 202, el sonido del desplazamiento del contenido del objeto y/o la fuerza de cizallamiento que el objeto ejerce sobre una unidad de sensor 202 a medida que el objeto se desliza.

50 Aunque el ejemplo anterior hace referencia a un artículo sólido que se compara con un artículo líquido, se prevé que podría compararse cualquier tipo de artículo. Por ejemplo, si el artículo cuboide 301 contuviera un artículo sólido diferente, como por ejemplo pan, entonces la propiedad dinámica del artículo pan y del artículo pastel del primer artículo cilíndrico 302 sería más similar que la del artículo agua del segundo artículo cilíndrico 303. Sin embargo, con un modelo estadístico adecuadamente entrenado se podría determinar la diferencia entre los dos artículos y, por lo tanto, se podría comparar cualquier tipo de artículo. Sin embargo, con un modelo estadístico adecuadamente entrenado, la unidad de control 100 podría determinar la diferencia entre los artículos y, por consiguiente, verificar la recogida de los mismos. Por otra parte, el recuento del número de artículos transferidos de un contenedor a otro se puede utilizar para determinar que se ha recogido el número correcto de artículos para un pedido concreto.

60 El sistema representado en la Figura 2 puede, opcionalmente, incluir además una unidad de formación de imágenes 500. La unidad de formación de imágenes se prepara para recibir información indicativa del artículo. Por ejemplo, la unidad de formación de imágenes 500 puede incluir un escáner de códigos de barras y/o un generador de imágenes por visión computarizada. Una unidad de formación de imágenes 500 de este tipo se puede utilizar durante el entrenamiento de la unidad de control 100 para identificar los artículos 301 - 303. En particular, al igual que en un sistema tradicional, durante el movimiento de un artículo de un primer contenedor 300 a un segundo contenedor, la

unidad de sensor 202 registra la propiedad dinámica del artículo y la transmite a la unidad de control 100. Sin embargo, inicialmente, la unidad de control 100 no sabrá qué artículo ha agarrado el sistema robótico 200 y, por consiguiente, no podrá verificar que el artículo recogido sea el artículo que se espera que esté en el contenedor. Por consiguiente, se ordenará al sistema robótico 200 que obtenga también una imagen del artículo, de la manera tradicional, mediante un escáner de código de barras y/o un generador de imágenes por visión computarizada. De esta manera, la unidad de control 100 puede recibir una indicación de la unidad de formación de imágenes 500 sobre la identidad del artículo. Por consiguiente, una vez que se haya recopilado suficiente información de entrenamiento, la unidad de control 100 podrá verificar con éxito el artículo cuando el sistema robótico 200 lo agarre posteriormente, sin necesidad de que el sistema robótico 200 pase el artículo por una unidad de formación de imágenes 500.

La unidad de control 100 de acuerdo con la primera forma de realización comprende una unidad de verificación 101. Opcionalmente, la unidad de control 100 puede incluir una unidad de entrenamiento y/o una unidad de mando 103.

La unidad de verificación 101 se prepara para recibir información de la unidad de sensor 202 indicativa de una propiedad dinámica del artículo recogido por el sistema robótico 200. Por otra parte, la unidad de verificación 101 se prepara para recibir información identificativa de un artículo que se espera que esté en el contenedor 300. Además, la unidad de verificación 101 se prepara para verificar que el artículo recogido por el sistema robótico 200 sea el mismo que el artículo que se espera que esté en el contenedor 300. Esto se puede llevar a cabo utilizando un modelo estadístico preparado para encontrar la similitud entre una propiedad dinámica del artículo que se espera que esté en el contenedor y el artículo actualmente recogido por el sistema robótico 200.

El modelo estadístico se puede preparar para tomar como entrada un identificador del artículo/clase de artículos esperados y la propiedad dinámica medida. Puede recibir las mediciones tanto en forma de lote, después de que el sistema robótico 200 haya transportado el artículo a un punto determinado, como puede recibir las mediciones en forma de flujo, de modo que procese cada medición a medida que se realiza. En el primer caso, el modelo estadístico se puede preparar para producir como salida la probabilidad de que la propiedad dinámica medida sea indicativa de que el sistema robótico 200 haya recogido el artículo esperado. En el segundo caso, el modelo estadístico se puede preparar para producir como salida un flujo de dichas probabilidades, por ejemplo, una por cada medición entrante. En el primer caso, la probabilidad de salida se puede comparar con un umbral predeterminado para decidir de este modo si el sistema robótico 200 ha recogido o no el artículo esperado. En el segundo caso, el flujo de probabilidades se puede evaluar para determinar si el sistema robótico 200 ha recogido o no el artículo esperado.

Para cualquier identificador de artículo/clase esperado, el modelo estadístico puede adoptar la forma de un modelo de aprendizaje automático estándar, como por ejemplo una red neuronal artificial o un clasificador de procesos gaussianos. El modelo estadístico puede incorporar opcionalmente información previa sobre la dinámica de los objetos en aceleración, como por ejemplo una propiedad dinámica invariante de la aceleración.

De esta manera, la unidad de control 100 se prepara para recibir información sobre las propiedades dinámicas del sistema robótico 200 y, de este modo, verificar el artículo o la clase de artículos que son agarrados por el sistema robótico 200. En particular, la verificación es invariable con respecto a la ubicación del sistema robótico 200 y a pequeñas variaciones en la ruta seguida por el sistema robótico 200 desde un primer contenedor hasta un segundo contenedor.

Opcionalmente, la unidad de control 100 puede comprender además una unidad de entrenamiento 102. La unidad de entrenamiento 102 se prepara para, cuando la unidad de verificación 101 es incapaz de verificar el artículo que se está agarrando, entrenar el modelo estadístico en función de la información medida por el sensor y en un identificador de artículo. Más concretamente, la unidad de entrenamiento 102 se prepara para recibir información indicativa de una propiedad dinámica del artículo que está siendo agarrado por el sistema robótico 200. Por otra parte, la unidad de entrenamiento 102 se prepara además para recibir un identificador de artículo. Por ejemplo, el identificador del artículo se puede recibir de una unidad de formación de imágenes 500 en forma de código de barras o de clasificación de objetos por imágenes. En función de la información recibida, la unidad de entrenamiento 102 se prepara para volver a entrenar el modelo estadístico. De esta manera, cuando en el futuro se agarre el mismo artículo o clase de artículos, entonces la unidad de verificación 101 podrá verificar correctamente el artículo en función de la información entrenada por la unidad de entrenamiento 102. Por ejemplo, la unidad de entrenamiento 102 se puede preparar para actualizar el modelo estadístico reentrenando el modelo estadístico utilizando el identificador del artículo recibido y la información indicativa de la propiedad dinámica del artículo. De esta manera, los nuevos artículos que el sistema robótico 200 va a agarrar se introducen en el modelo estadístico, de modo que cuando el sistema robótico 200 recoja el artículo en el futuro, la unidad de verificación 102 lo verificará entonces.

En el modelo estadístico entrenado se pueden incluir otros datos para aumentar su precisión. Por ejemplo, un peso nominal de un artículo, sus dimensiones, etc. De esta manera, se pueden encontrar clases de modelos estadísticos, donde cada modelo estadístico dentro de una clase se define mediante los parámetros nominales.

Ventajosamente, esto reduce la cantidad de espacio de almacenamiento necesario, y reduce la cantidad de datos de entrenamiento necesarios.

Como alternativa, la unidad de verificación 101 se puede preparar para detectar únicamente clases de artículos, como por ejemplo todas las cajas de té, que forman una clase, y todas las bebidas embotelladas, que forman otra. Por consiguiente, la unidad de entrenamiento 102, en lugar de entrenar el modelo estadístico en una unidad de mantenimiento de existencias "SKU" concreta, por ejemplo, una marca concreta de un tamaño concreto de una caja de té, se entrenaría en clases de SKU. De esta manera, se evita la necesidad de capturar información de entrenamiento para cada SKU. En su lugar, el tamaño y el peso declarado de algunas SKU se podrían utilizar para clasificar de forma automática la SKU en una clase particular de SKU para la que se aplicaría la misma información de sensor medida asociada que a otras SKU de la misma clase. En este sentido, se prevé que sería necesario establecer una relación entre el peso/tamaño nominal de una SKU y la propiedad dinámica asociada. Las SKU se pueden agrupar manualmente en clases, en cuyo caso puede bastar con examinar una fracción de las SKU de una clase para determinar la naturaleza de la relación. Como alternativa, las SKU se pueden agrupar de forma automática, lo que puede requerir la captura de información de entrenamiento para cada SKU o la utilización de modelos estadísticos más simples dentro de cada clase que requieran menos información de entrenamiento. Para determinar de forma automática un peso nominal de una SKU, se puede utilizar un sistema robótico 200 que comprenda un medio de detección de fuerza/un medio de detección de par (como por ejemplo una unidad de sensor 202 preparada para medir una fuerza y/o un par). En particular, un sistema robótico 200 puede determinar estáticamente el peso de un SKU midiendo, cuando el sistema robótico 200 ha agarrado y levantado el artículo, pero no se está moviendo, la fuerza ejercida sobre el efector final debida al campo gravitatorio. El conocimiento de la fuerza del campo gravitatorio en la ubicación del sistema robótico 200 permite calcular de este modo el peso del artículo.

No obstante, el término "artículo" se ha utilizado para referirse tanto a tipos de artículos (por ejemplo, una marca concreta de un tamaño concreto de una caja de té -que tendría un código único de unidad de mantenimiento de existencias (SKU)) como a artículos concretos (por ejemplo, una caja concreta de té que se ha recogido). Se prevé que el término "artículo" se pueda utilizar de forma aún más amplia. Por ejemplo, aunque dos artículos puedan tener el mismo código SKU, es decir, referirse a la misma marca y tamaño de una caja de té, puede haber ligeras diferencias de peso y/o de propiedades dinámicas debidas a diferencias de fabricación y/o de distribución del contenido de la caja. Para ello, el método de verificación descrito anteriormente puede tener en cuenta estos factores a la hora de determinar una verificación. Por ejemplo, se puede utilizar un peso medio o un límite inferior de peso.

Opcionalmente, la unidad de control 100 puede incluir una unidad de mando 103. La unidad de mando 103 se prepara para dar órdenes al sistema robótico 200 que se mueva de una manera predeterminada. Por ejemplo, la unidad de mando 103 se puede preparar para dar órdenes al sistema robótico 200 que se mueva de una manera particular antes de la verificación del artículo por parte de la unidad de verificación 101. De esta manera, un determinado patrón de movimiento del sistema robótico 200 se puede utilizar para acentuar las características distintivas de una determinada propiedad dinámica medida del artículo. De forma adicional o como alternativa, la unidad de mando 103 se puede preparar para dar órdenes al sistema robótico 200 que se mueva de una manera predeterminada después de que la unidad de verificación 101 falle en verificar el artículo. Por ejemplo, si una primera manera predeterminada de movimiento no identifica el artículo, entonces una segunda forma predeterminada de movimiento, diferente, para la cual la información de la propiedad dinámica correspondiente está entrenada en un modelo estadístico, puede permitir a la unidad de verificación 101 verificar el artículo. Por consiguiente, se puede realizar una verificación más precisa del artículo sin utilizar la unidad de formación de imágenes 500.

La Figura 3 es un gráfico que representa el tiempo en función de una fuerza medida por la unidad de sensor 202. El gráfico muestra la fuerza medida tanto para un primer artículo como un segundo artículo, donde el primer artículo y el segundo artículo son distintos. Por ejemplo, el primer artículo puede ser un pan, mientras que el segundo es una bebida. Las medidas de fuerza se tomaron mientras el sistema robótico 200 llevaba a cabo un movimiento predeterminado. Las líneas trazadas para cada artículo son, en esencia, diferentes. Por consiguiente, indican una característica de fuerza relativamente individual en función del tiempo para cada artículo/clase de artículos.

Del mismo modo, la Figura 4 muestra un gráfico que representa el tiempo en función del par medido por la unidad de sensor 202. En la Figura 4, las mediciones de par se realizan para dos artículos distintos. Al igual que en la Figura 3, las líneas trazadas son, en esencia, diferentes, lo que indica características de par diferentes para cada artículo. En las Figuras 3 y 4, tanto las fuerzas como los pares se miden alrededor de un eje. Sin embargo, la fuerza y/o el par se podrían medir alrededor de un eje adicional para generar una característica más individual para cada artículo/clase de artículos en función de las mediciones de fuerza y/o par alrededor de al menos un eje.

La Figura 5 muestra un gráfico que representa el tiempo en función de la fuerza para dos artículos similares. Según se muestra en la Figura 5, las líneas trazadas por la fuerza medida son, en esencia, similares para los artículos primero y segundo. Por consiguiente, una unidad de control 100 que incluya información sobre el gráfico de fuerza en función del tiempo para un primer artículo podría determinar a partir del gráfico de fuerza en función del tiempo para un segundo artículo que los artículos primero y segundo son el mismo tipo de artículo o la misma clase de artículo.

Del mismo modo, la Figura 6 es un gráfico que representa el tiempo en función del par de dos artículos similares. Al igual que en la Figura 5, las dos líneas trazadas por la medición del par son, en esencia, similares, indicando de este modo que cada artículo/clase de artículo tiene una característica que puede estar asociada al mismo.

Según se ha explicado anteriormente, la unidad de mando opcional 103 se puede preparar para dar órdenes al sistema robótico 200 que lleve a cabo maniobras predeterminadas. En un ejemplo, para recopilar información sobre una propiedad dinámica del artículo, se puede ordenar al sistema robótico 200 que gire el efector final 201 mientras éste se desplaza de un primer contenedor a un segundo contenedor. De esta manera, se puede obtener información adicional sobre la dinámica en comparación con trayectorias más sencillas sin aumentar el tiempo necesario para llegar al segundo contenedor.

La Figura 7a muestra un ejemplo de maniobra predeterminada que puede realizar un sistema robótico 200 para desplazar un artículo 301 agarrado por un efector final 201 hasta un segundo contenedor 400 (que es el contenedor de destino). En este ejemplo, el sistema robótico 200 puede haber agarrado el artículo 301 de un primer contenedor (no mostrado) para transportarlo al segundo contenedor 400. Con la unidad de control 100 de acuerdo con la primera forma de realización, ventajosamente, el sistema robótico 200 no necesita detenerse en una ubicación para llevar a cabo un procedimiento de escaneo de código de barras. En su lugar, el sistema robótico 200 puede transportar el artículo 301 al segundo contenedor 400 sin detenerse. Aunque se prevé un simple movimiento en arco desde un primer contenedor a un segundo contenedor 400 (que comprende un movimiento ascendente del efector final, una traslación lateral y un movimiento descendente del efector final), existen otras alternativas. Por ejemplo, un movimiento en arco puede no proporcionar suficiente información medida del sensor para que la unidad de verificación 101 verifique con precisión el artículo/clase de artículos. Por consiguiente, se prevén otros movimientos predeterminados. La Figura 7a muestra un movimiento que se puede llevar a cabo antes de que la unidad de verificación 101 verifique el artículo o la clase de artículos. En este ejemplo, se llevan a cabo múltiples aceleraciones y deceleraciones a lo largo de diferentes ejes para proporcionar la posibilidad de medir más información del sensor que ayude a la identificación del artículo. Sin embargo, en la maniobra predeterminada mostrada en la Figura 7a, se toma una ruta marginalmente más larga hasta el segundo contenedor 400.

La Figura 7b muestra otra maniobra predeterminada que puede ser ordenada por la unidad de mando 103. Por ejemplo, la maniobra de la Figura 7b se puede ordenar después de que se haya llevado a cabo la maniobra de la Figura 7a (y, por consiguiente, el artículo 301 se encuentre por encima del segundo contenedor 400), pero la unidad de verificación 101 no haya podido identificar el artículo/clase de artículos. En lugar de confiar en la unidad de formación de imágenes 500, se prevé llevar a cabo otra maniobra para recopilar más información de los sensores con más aceleraciones/desaceleraciones. Por consiguiente, la maniobra de la Figura 7b incluye más movimientos que la de la Figura 7a, mientras que la posición inicial y la posición final del artículo 301 son las mismas. De esta manera, después de llevar a cabo la maniobra de la Figura 7b y después de que la unidad de verificación 101 haya verificado con éxito el artículo/clase de artículos, el sistema robótico 200 puede colocar el artículo 301 en el segundo contenedor 400. Sin embargo, esta maniobra puede llevar demasiado tiempo y, por consiguiente, en algunos casos puede ser más rápido utilizar una unidad de formación de imágenes 500 para detectar la identidad del artículo.

La Figura 8 muestra otra aplicación de la unidad de control 100 de acuerdo con la primera forma de realización de la presente invención. En particular, la unidad de verificación 101 se puede preparar para detectar un artículo dañado/incompleto. Por ejemplo, el sistema robótico 200 puede agarrar el artículo 303. Sin embargo, según se muestra en la Figura 8, el artículo 303 puede estar dañado de modo que se rompa en una primera parte 303a y una segunda parte 303b. Por consiguiente, el daño puede ser detectado por la unidad de control 100 porque las propiedades dinámicas medidas por la unidad de sensor 202 son diferentes de las del artículo que se espera que esté en el contenedor 300. Por consiguiente, el sistema robótico 200 se puede preparar adicionalmente para colocar el artículo 303 en una ubicación para desechar el artículo 303 o reparar el artículo 303 de otro modo. Del mismo modo, si el artículo está incompleto, por ejemplo, la segunda parte 303b está totalmente desconectada de la primera parte 303a, la unidad de control 100 también puede detectar que el artículo está incompleto. De forma similar a un artículo dañado, la unidad de verificación 101 se puede preparar para detectar, en función de la información de la unidad de sensor 202, que una propiedad dinámica del artículo ha cambiado de manera indicativa de que el artículo está incompleto.

Por otra parte, la unidad de control 100 se puede preparar para identificar si el artículo agarrado por el efector final 200 comprende varios artículos. Por ejemplo, un artículo adicional se puede haber adherido al artículo que se está recogiendo. Por consiguiente, cuando el sistema robótico 200 recoge un primer artículo, el segundo artículo adherido al mismo se moverá junto con el primer artículo a medida que el sistema robótico 200 mueve el primer artículo de un primer contenedor a un segundo contenedor. La adición del segundo artículo cambia las propiedades dinámicas del primer artículo de una manera que es detectable por la unidad de control 100.

Además, la unidad de control 100 se puede preparar para contar el número de artículos transferidos de un contenedor a otro. De esta manera, el número de artículos transferidos se puede comparar con el número de artículos que se espera colocar en el pedido de un cliente concreto. Por consiguiente, la unidad de control 100 se puede preparar para

que el sistema robótico continúe recogiendo artículos hasta que se haya alcanzado el número de artículos que se espera colocar en el pedido del cliente, momento en el que la unidad de control 100 se puede preparar para detener la recogida de más artículos por parte del sistema robótico.

- 5 La Figura 9 muestra los procesos llevados a cabo para identificar un artículo utilizando una propiedad dinámica recibida de una unidad de sensor 202 de un sistema robótico 200, de acuerdo con la primera forma de realización.

10 Con referencia a la Figura 9, en la etapa S901 se recibe información sobre un identificador de artículo (como por ejemplo un código de barras, nombre de producto o similar). Por ejemplo, el identificador de artículo se puede recibir de un sistema de preparación de pedidos dispuesto para gestionar contenedores y su contenido dentro de un almacén. El sistema de preparación de pedidos puede conocer el contenedor y su contenido previsto. Por consiguiente, la identificación del artículo en el contenedor puede transmitirse a la etapa S901.

15 En la etapa S902, el método recibe información de la unidad de sensor 202 indicativa de una propiedad dinámica del artículo. En este sentido, se prevé que la unidad de sensor 202 se prepare para medir cualquier propiedad que resulte del movimiento de un artículo en relación con la unidad de sensor 202, incluyendo, entre otros, la presión, el par de torsión y/o la fuerza que el artículo ejerce sobre la unidad de sensor 202, la aceleración que el artículo induce sobre la unidad de sensor 202, el sonido del desplazamiento del contenido del artículo, y/o la fuerza de cizallamiento que el objeto ejerce sobre la unidad de sensor 202 a medida que el artículo se desliza.

20 En la etapa S903, el artículo/clase de artículos recogido se verifica en función de la propiedad dinámica recibida y la información recibida en las etapas S901 y S902. En otras palabras, la información recibida en la etapa S902 se compara con el modelo estadístico de la propiedad dinámica de los artículos/clases de artículos que se espera que estén en el contenedor. Cuando la información recibida coincide con las expectativas del modelo estadístico, la etapa S903 verifica que el artículo recogido es el que se espera que esté en el contenedor. Aunque esto se puede aplicar a artículos individuales, también se puede aplicar a clases de artículos, como por ejemplo cajas de té que forman una clase y botellas de bebida que forman otra clase.

25 De esta manera, la verificación de los artículos se lleva a cabo de una manera que reduce el tiempo requerido por las técnicas tradicionales.

30 Los comercios minoristas en línea que venden múltiples líneas de productos, como por ejemplo las tiendas de comestibles y los supermercados en línea, necesitan sistemas capaces de almacenar decenas o incluso cientos de miles de líneas de productos diferentes. La utilización de pilas de un solo producto en estos casos puede ser poco práctico, ya que se necesitaría un área muy grande para alojar todas las pilas necesarias. Además, puede ser conveniente almacenar sólo pequeñas cantidades de algunos artículos, como por ejemplo los perecederos o las mercancías que se piden con poca frecuencia, lo que hace que las pilas monoproducto sean una solución ineficaz.

35 La solicitud de patente internacional WO 98/049075A describe un sistema en el que pilas de contenedores multiproducto se disponen dentro de una estructura de bastidor.

40 En la publicación PCT n.º W02015/185628A (Ocado) se describe otro sistema conocido de almacenamiento y distribución en el que se disponen pilas de contenedores o cajas dentro de una estructura de armazón. Se accede a las cajas o contenedores mediante dispositivos de manipulación de cargas que operan sobre vías situadas en la parte superior de la estructura de bastidor. Los dispositivos de manipulación de cargas elevan los contenedores o cajas de las pilas, y varios dispositivos de manipulación de cargas cooperan para acceder a los contenedores o cajas situadas en las posiciones más bajas de la pila. Un sistema de este tipo se ilustra de forma esquemática en las Figuras 10 a 13 de los dibujos adjuntos.

45 Según se muestra en las Figuras 10 y 11, los contenedores apilables, conocidos como cajas 10, se apilan unas sobre otras para formar pilas 12. Las pilas 12 se disponen en una estructura de armazón de rejilla 14 en un entorno de almacenamiento o fabricación. La Figura 10 es una vista esquemática en perspectiva de la estructura de armazón 14, y la Figura 11 es una vista de arriba hacia abajo que muestra una pila 12 de cajas 10 dispuestas dentro de la estructura de armazón 14. Cada caja 10 contiene normalmente varios artículos de producto (no mostrados), y los artículos de producto dentro de una caja 10 pueden ser idénticos, o pueden ser de diferentes tipos de producto dependiendo de la aplicación.

50 La estructura de armazón 14 comprende varios elementos verticales 16 que soportan elementos horizontales 18, 20. Un primer conjunto de elementos horizontales paralelos 18 se dispone perpendicularmente a un segundo conjunto de elementos horizontales paralelos 20 para formar varias estructuras de rejilla horizontales soportadas por los elementos verticales 16. Los elementos 16, 18, 20 se fabrican normalmente de metal. Las cajas 10 se apilan entre los elementos 16, 18, 20 de la estructura de armazón 14, de modo que la estructura de armazón 14 protege contra el movimiento horizontal de las pilas 12 de cajas 10, y guía el movimiento vertical de los cajas 10.

El nivel superior de la estructura de bastidor 14 incluye raíles 22 dispuestos con un patrón de rejilla a lo largo de la parte superior de las pilas 12. Haciendo referencia adicionalmente a las Figuras 12 y 13, los raíles 22 soportan varios dispositivos robóticos de manipulación de cargas 30. Un primer conjunto 22a de raíles paralelos 22 guía el movimiento de los dispositivos de manipulación de cargas 30 en una primera dirección (X) a través de la parte superior de la estructura de bastidor 14, y un segundo conjunto 22b de raíles paralelos 22, dispuesto perpendicularmente al primer conjunto 22a, guía el movimiento de los dispositivos de manipulación de cargas 30 en una segunda dirección (Y), perpendicular a la primera dirección. De esta manera, los raíles 22 permiten el movimiento lateral de los dispositivos de manipulación de cargas 30 en dos dimensiones en el plano horizontal X-Y, de modo que un dispositivo de manipulación de cargas 30 se puede colocar en posición por encima de cualquiera de las pilas 12.

Una forma de dispositivo de manipulación de cargas 30 se describe con más detalle en la patente noruega número 317366.

Las Figuras 12(a) y 12(b) son vistas esquemáticas en sección transversal de un dispositivo de manipulación de cargas 30 que deposita una caja 10, y la Figura 12(c) es una vista esquemática en perspectiva frontal de un dispositivo de manipulación de cargas 30 que eleva una caja 10. Sin embargo, existen otras formas de dispositivos de manipulación de cargas que se pueden utilizar en combinación con el sistema descrito en la presente memoria. Por ejemplo, en la publicación de patente PCT n.º W02015/019055 (Ocado) se describe otra forma de dispositivo robótico de manipulación de cargas en la que cada manipulador robótico de cargas sólo cubre un espacio de rejilla de la estructura de almacén, permitiendo por tanto una mayor densidad de manipuladores de cargas y, por tanto, un mayor rendimiento para un sistema de un tamaño determinado.

Cada dispositivo de manipulación de cargas 30 comprende un vehículo 32 que se prepara para desplazarse en las direcciones X e Y sobre los raíles 22 de la estructura de bastidor 14, por encima de las pilas 12. Un primer conjunto de ruedas 34, formado por un par de ruedas 34 en la parte delantera del vehículo 32 y un par de ruedas 34 en la parte trasera del vehículo 32, se disponen para acoplarse con dos raíles adyacentes del primer conjunto 22a de raíles 22. Del mismo modo, un segundo conjunto de ruedas 36, formado por un par de ruedas 36 a cada lado del vehículo 32, se prepara para acoplarse con dos raíles adyacentes del segundo conjunto 22b de raíles 22. Cada conjunto de ruedas 34, 36 se puede elevar y bajar, de modo que el primer conjunto de ruedas 34 o el segundo conjunto de ruedas 36 se acoplen al respectivo conjunto de raíles 22a, 22b en cualquier momento.

Cuando el primer conjunto de ruedas 34 se acopla con el primer conjunto de raíles 22a y el segundo conjunto de ruedas 36 está elevado de los raíles 22, las ruedas 34 se pueden accionar, por medio de un mecanismo de accionamiento (no mostrado) alojado en el vehículo 32, para mover el dispositivo de manipulación de cargas 30 en la dirección X. Para mover el dispositivo de manipulación de carga 30 en la dirección Y, el primer conjunto de ruedas 34 se eleva y se separa de los raíles 22, y el segundo conjunto de ruedas 36 se baja para acoplarse con el segundo conjunto de raíles 22a. El mecanismo de accionamiento se puede utilizar entonces para accionar el segundo conjunto de ruedas 36 para lograr el movimiento en la dirección Y.

El dispositivo de manipulación de cargas 30 está equipado con un dispositivo de elevación. El dispositivo de elevación 40 comprende una placa de agarre 39 que se suspende del cuerpo del dispositivo de manipulación de cargas 32 por cuatro cables 38. Los cables 38 se conectan a un mecanismo de enrollado (no mostrado) alojado en el interior del vehículo 32. Los cables 38 se pueden enrollar o desenrollar desde el dispositivo de manipulación de cargas 32, de modo que la posición de la placa de agarre 39 con respecto al vehículo 32 se puede ajustar en la dirección Z.

La placa de agarre 39 se adapta para acoplarse a la parte superior de una caja 10. Por ejemplo, la placa de agarre 39 puede incluir pasadores (no mostrados) que se acoplan con los orificios correspondientes (no mostrados) en el borde que forma la superficie superior de la caja 10, y pinzas deslizantes (no mostradas) que se pueden acoplar con el borde para sujetar la caja 10. Las pinzas se accionan para acoplarse con la caja 10 mediante un mecanismo de accionamiento adecuado alojado dentro de la placa de agarre 39, que se alimenta y controla mediante señales transmitidas a través de los propios cables 38 o a través de un cable de control independiente (no mostrado).

Para retirar una caja 10 de la parte superior de una pila 12, el dispositivo de manipulación de cargas 30 se desplaza según sea necesario en las direcciones X e Y de modo que la placa de agarre 39 se coloque por encima de la pila 12. A continuación, la placa de agarre 39 se baja verticalmente en la dirección Z para acoplarse con la caja 10 en la parte superior de la pila 12, según se muestra en la Figura 3(c). La placa de agarre 39 agarra la caja 10 y, a continuación, se tira de ella hacia arriba por los cables 38, con la caja 10 sujeta. En la parte superior de su recorrido vertical, la caja 10 se aloja dentro de la carrocería del vehículo 32 y se mantiene por encima del nivel de los raíles 22. De esta manera, el dispositivo de manipulación de cargas 30 se puede desplazar a una posición diferente en el plano X-Y, llevando consigo la caja 10, para transportar la caja 10 a otra ubicación. Los cables 38 son lo suficientemente largos como para permitir que el dispositivo de manipulación de cargas 30 recupere y coloque las cajas desde cualquier nivel de una pila 12, incluido el nivel del suelo. El peso del vehículo 32 puede estar compuesto en parte por baterías que se utilizan para alimentar el mecanismo de accionamiento de las ruedas 34, 36.

Según se muestra en la Figura 13, se proporcionan varios dispositivos de manipulación de cargas 30 idénticos, de modo que cada dispositivo de manipulación de cargas 30 puede funcionar simultáneamente para aumentar el rendimiento del sistema. El sistema ilustrado en la Figura 13 puede incluir ubicaciones específicas, conocidas como puertos, en los que las cajas 10 se pueden transferir dentro o fuera del sistema. A cada puerto se asocia un sistema de transporte adicional (no mostrado), de modo que las cajas 10 transportadas a un puerto por un dispositivo de manipulación de cargas 30 pueden ser trasladadas a otra ubicación por el sistema de transporte, por ejemplo, a una estación de preparación de pedidos (no mostrada). Del mismo modo, las cajas 10 se pueden trasladar mediante el sistema de transporte a un puerto desde una ubicación externa, por ejemplo, a una estación de llenado de cajas (no mostrada), y transportadas a una pila 12 mediante los dispositivos de manipulación de cargas 30 para reponer las existencias en el sistema.

La estación de preparación de pedidos se prevé como una estación de trabajo en el que los artículos se retiran de un contenedor y se preparan para ser colocados en otros contenedores para su transporte al cliente o en bolsas para su transporte al cliente. Por consiguiente, es necesario garantizar que los artículos extraídos de los contenedores se identifiquen con precisión de modo que el cliente sólo reciba los artículos pedidos. Un contenedor se puede identificar mediante, por ejemplo, un código de barras, cuando entra en la estación de preparación de pedidos. Por consiguiente, el sistema de manipulación de cargas puede identificar el contenido previsto del contenedor al entrar en la estación de preparación de pedidos.

La estación de preparación de pedidos puede comprender un sistema robótico 200 y una unidad de control 100 de acuerdo con la primera forma de realización de la presente invención. De esta manera, la recogida de artículos se puede acelerar en comparación con los métodos sólo tradicionales, ya que la utilización de una unidad de formación de imágenes 500 se reduce sustancialmente. En su lugar, el acto de mover un artículo recogido de un primer contenedor a un segundo contenedor/caja es suficiente para verificar que el artículo recogido coincide con uno que se espera que esté en el contenedor. Por consiguiente, se reduce el tiempo de recogida.

Cada dispositivo de manipulación de cargas 30 puede levantar y mover una caja 10 a la vez. Si es necesario recuperar una caja 10b ("caja de destino") que no está situada en la parte superior de una pila 12, entonces primero se deben desplazar las cajas 10a ("cajas no de destino") superpuestas para permitir el acceso a la caja de destino 10b. Esto se logra con una operación denominada en lo sucesivo en la presente memoria "excavación".

Con referencia a la Figura 13, durante una operación de excavación, uno de los dispositivos de manipulación de cargas 30 levanta de forma secuencial cada caja no de destino 10a de la pila 12 que contiene la caja de destino 10b y la coloca en una posición vacante dentro de otra pila 12. A continuación, el dispositivo de manipulación de cargas 30 puede acceder a la caja de destino 10b y la puede trasladar a un puerto para su posterior transporte.

Cada uno de los dispositivos de manipulación de cargas 30 está bajo el control de un ordenador central. Se realiza un seguimiento de cada caja 10 individual del sistema, de modo que se puedan recuperar, transportar y sustituir las cajas 10 apropiadas, según sea necesario. Por ejemplo, durante una operación de excavación, se registran las ubicaciones de cada una de las cajas no de destino 10a, de modo que se pueda hacer un seguimiento de las cajas no de destino 10a.

El sistema descrito con referencia a las Figuras 10 a 13 tiene muchas ventajas y es adecuado para una amplia gama de operaciones de almacenamiento y recuperación. En particular, permite un almacenamiento muy denso del producto, y proporciona una forma muy económica de almacenar una gran variedad de artículos diferentes en las cajas 10, al tiempo que permite un acceso razonablemente económico a todas las cajas 10 cuando es necesario para la recogida.

Sin embargo, existen algunos inconvenientes con un sistema de este tipo, todos ellos derivados de la operación de excavación descrita anteriormente que se debe llevar a cabo cuando una caja de destino 10b no se encuentra en la parte superior de una pila 12.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de almacenamiento que comprende:

- 5 un primer conjunto (22a) de raíles o vías paralelas que se extienden en dirección X, y un segundo conjunto (22b) de raíles o vías paralelas que se extienden en dirección Y transversalmente al primer conjunto en un plano, en esencia, horizontal para formar un patrón de rejilla que comprende varios espacios de rejilla; varias pilas (12) de contenedores (10) situadas por debajo de los raíles, y dispuestas de tal forma que cada pila se sitúa dentro de una huella de un único espacio de rejilla;
- 10 al menos un dispositivo de transporte (30), estando configurado el al menos un dispositivo de transporte para desplazarse lateralmente de forma selectiva en las direcciones X e Y por encima de las pilas sobre los raíles, y configurado para transportar un contenedor;
- una estación de preparación de pedidos configurada para recibir el contenedor transportado por el al menos un dispositivo de transporte; y
- 15 una unidad de control (100) para su funcionamiento con un sistema robótico (200) que comprende una unidad de sensor (202), configurado el sistema robótico para agarrar un artículo (301, 302, 303) de un primer contenedor (300), y comprendiendo la unidad de control:
- una unidad de verificación (101) configurada para:
- 20 recibir información de identificación de un artículo que se espera que esté en el primer contenedor; recibir información de la unidad de sensor indicativa de una propiedad dinámica inducida por el movimiento del artículo agarrado por el sistema robótico en relación con la unidad de sensor; y verificar, antes de que el artículo agarrado por el sistema robótico se coloque en un segundo contenedor (400), que el artículo agarrado por el sistema robótico coincide con el artículo que se espera que esté
- 25 en el primer contenedor en función de la información de identificación recibida y la información de propiedades dinámicas recibida.

2. El sistema de almacenamiento de acuerdo con la reivindicación 1, comprendiendo la unidad de control, además:

- 30 una unidad de entrenamiento (102) configurada para, cuando la unidad de verificación determine que los artículos no coinciden, recibir información identificativa del artículo procedente de una unidad de formación de imágenes e información indicativa de la propiedad dinámica del artículo y entrenar un modelo estadístico en función de la información identificativa del artículo junto con la información indicativa de la propiedad dinámica del artículo.

35 3. El sistema de almacenamiento de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, comprendiendo la unidad de control, además: una unidad de mando (103) configurada para dar órdenes al sistema robótico que se mueva de una manera predeterminada.

40 4. El sistema de almacenamiento de acuerdo con la reivindicación 3, en donde la unidad de mando se configura para dar órdenes al sistema robótico antes de que la unidad de verificación lleve a cabo la verificación del artículo.

45 5. El sistema de almacenamiento de acuerdo con la reivindicación 3 o la reivindicación 4, en donde la unidad de mando se configura para dar órdenes al sistema robótico cuando la unidad de verificación no logra verificar el artículo.

50 6. El sistema de almacenamiento de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde la información indicativa de la propiedad dinámica del artículo comprende al menos una de las siguientes: información de fuerza, información de par, información de fuerza de cizallamiento, información de aceleración, información de sonido, información de presión, una propiedad inercial del artículo y una propiedad de amortiguación del artículo.

7. El sistema de almacenamiento de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde la unidad de verificación se configura además para identificar si el artículo está dañado, incompleto y/o comprende varios artículos en función de la propiedad dinámica del artículo.

55 8. El sistema de almacenamiento de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, que comprende:

el sistema robótico que incluye la unidad de sensor y se configura para agarrar el artículo.

60 9. El sistema de almacenamiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes comprende además una unidad de formación de imágenes (500) configurada para capturar información identificativa del artículo.

10. El sistema de acuerdo con la reivindicación 8 o la reivindicación 9, comprendiendo la unidad de sensor al menos uno de los siguientes: un sensor de fuerza, un sensor de par, un sensor de fuerza de cizallamiento, un sensor de aceleración, un micrófono y un sensor de presión.

11. El sistema de almacenamiento de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde el al menos un dispositivo de transporte tiene una huella que ocupa un único espacio de rejilla en el sistema de almacenamiento, de tal forma que un dispositivo de transporte que ocupa un espacio de rejilla no obstruya un dispositivo de transporte que ocupa o atraviesa los espacios de rejilla adyacentes en las direcciones X e Y.

12. Un método de funcionamiento de un sistema robótico (S900) que comprende una unidad de sensor en un sistema de almacenamiento que comprende:

un primer conjunto (22a) de raíles o vías paralelas que se extienden en dirección X, y un segundo conjunto (22b) de raíles o vías paralelas que se extienden en dirección Y transversalmente al primer conjunto en un plano, en esencia, horizontal para formar un patrón de rejilla que comprende varios espacios de rejilla; varias pilas (12) de contenedores (10) situadas por debajo de los raíles, y dispuestas de tal forma que cada pila se sitúa dentro de una huella de un único espacio de rejilla; al menos un dispositivo de transporte (30), estando configurado el al menos un dispositivo de transporte para desplazarse lateralmente de forma selectiva en las direcciones X e Y por encima de las pilas sobre los raíles, y configurado para transportar un contenedor; una estación de preparación de pedidos configurada para recibir el contenedor transportado por el al menos un dispositivo de transporte; en donde el sistema robótico se configura para agarrar un artículo de un primer contenedor, comprendiendo el método:

recibir (S901) información de identificación de un artículo que se espera que esté en el primer contenedor; recibir (S902) información de la unidad de sensor indicativa de una propiedad dinámica inducida por el movimiento del artículo agarrado por el sistema robótico; y verificar (S903), antes de que el artículo agarrado por el sistema robótico se coloque en un segundo contenedor, que el artículo agarrado por el sistema robótico coincide con el artículo que se espera que esté en el contenedor en función de la información de identificación recibida y la información de la propiedad dinámica recibida.

13. El método de acuerdo con la reivindicación 12, comprendiendo el método, además:

recibir, cuando la etapa de verificación determina que los artículos no coinciden, información indicativa del artículo e información indicativa de la propiedad dinámica del artículo; y entrenar un modelo estadístico en función de la información de identificación del artículo junto con la información indicativa de la propiedad dinámica del artículo.

14. El método de acuerdo con la reivindicación 12 o la reivindicación 13, comprendiendo el método además ordenar al sistema robótico que se mueva de una manera predeterminada.

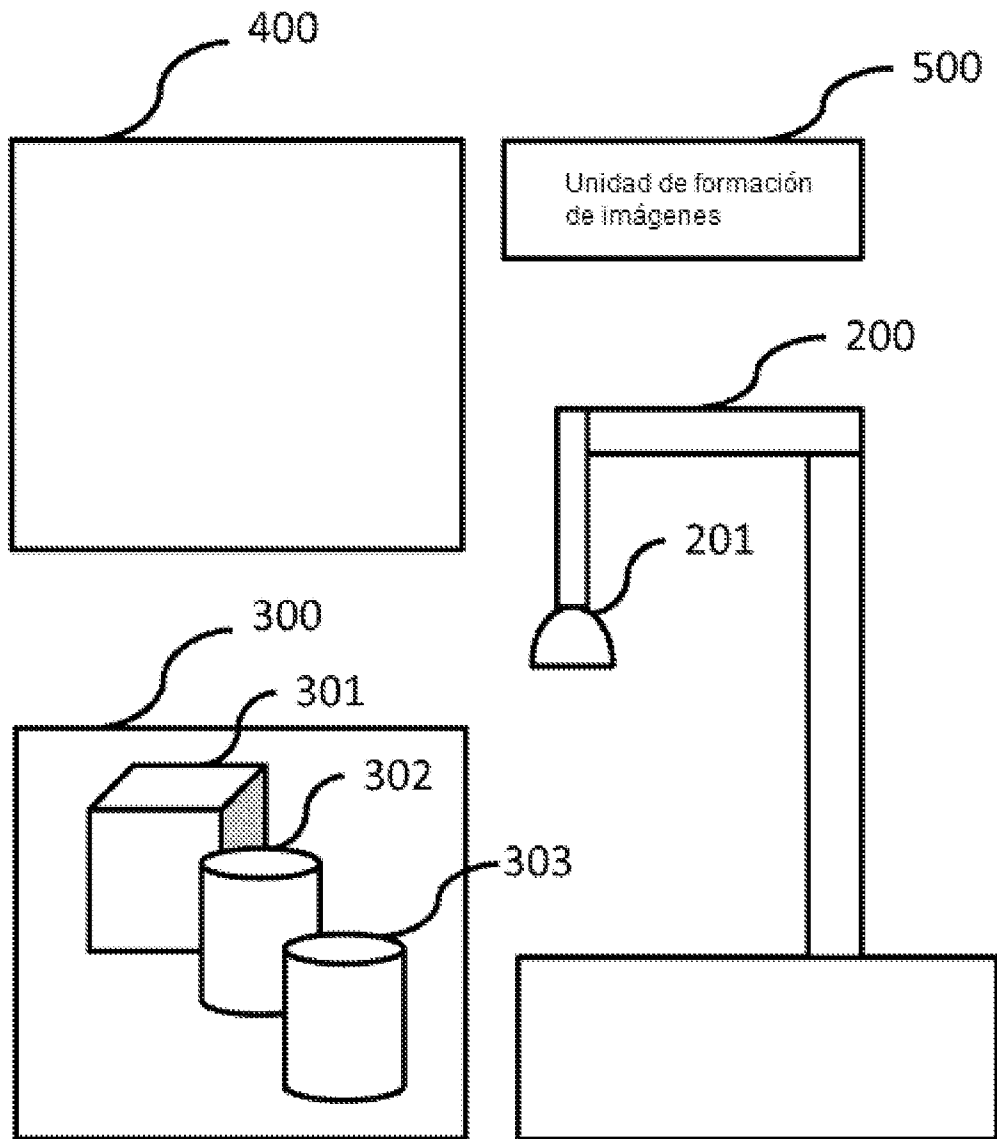


Figura 1

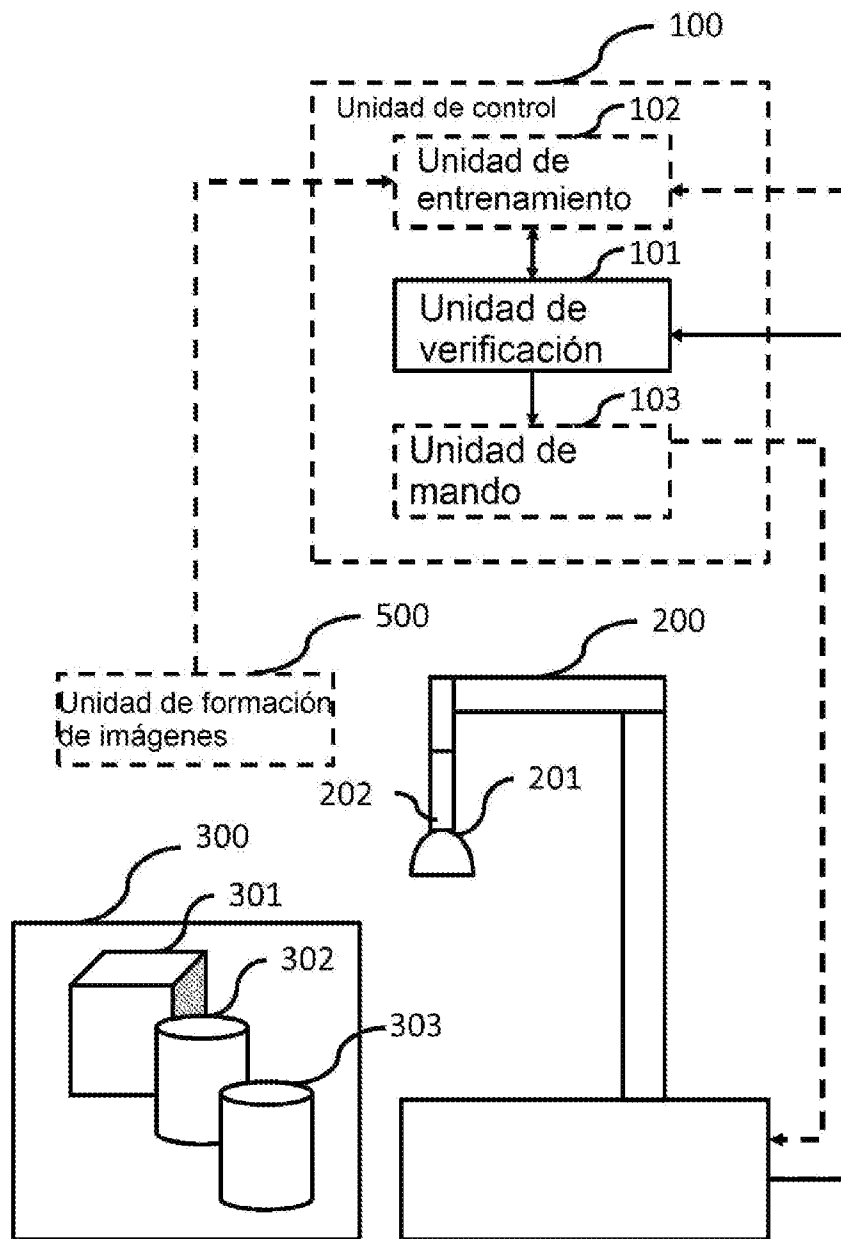


Figura 2

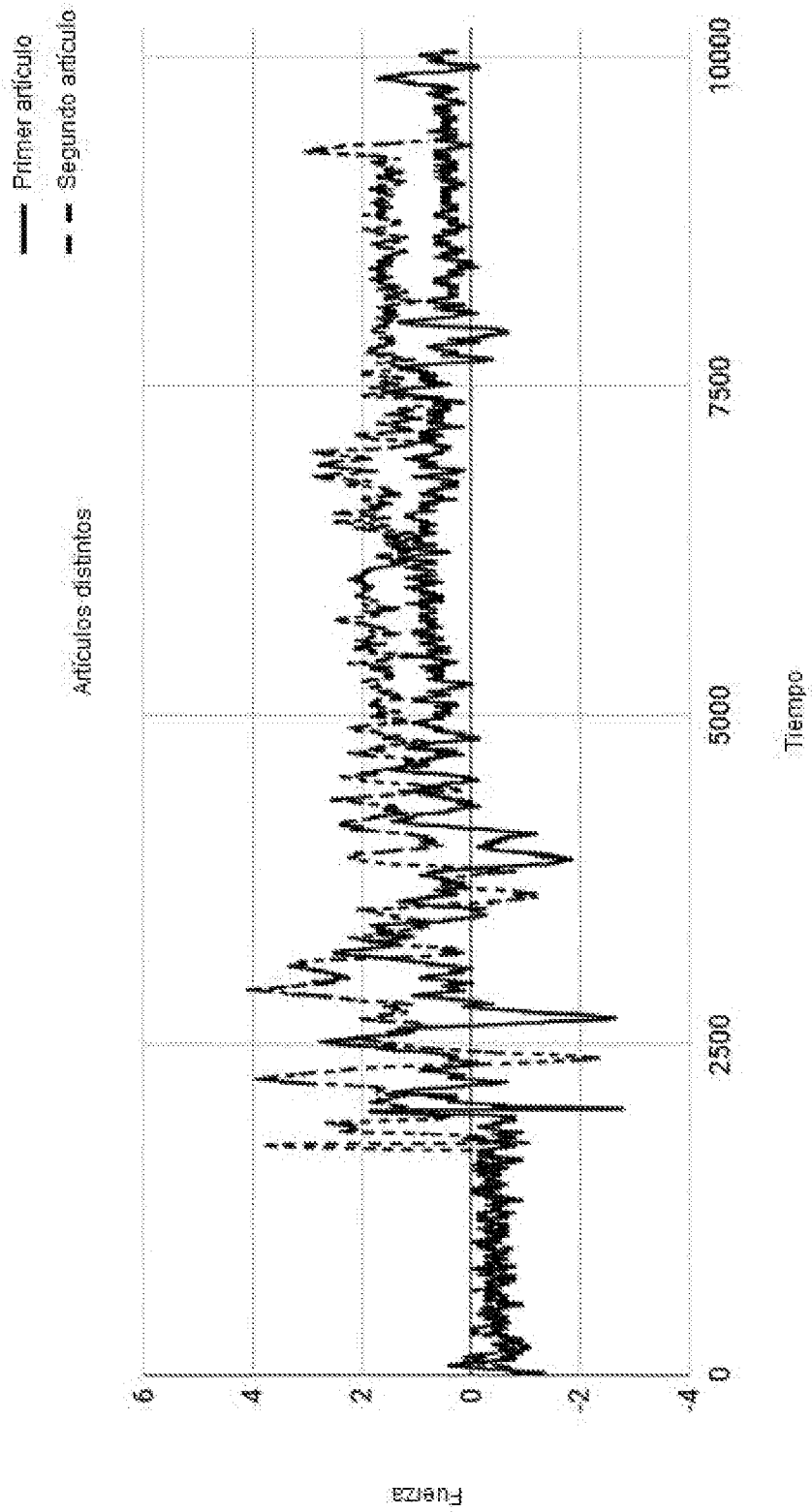


Figura 3

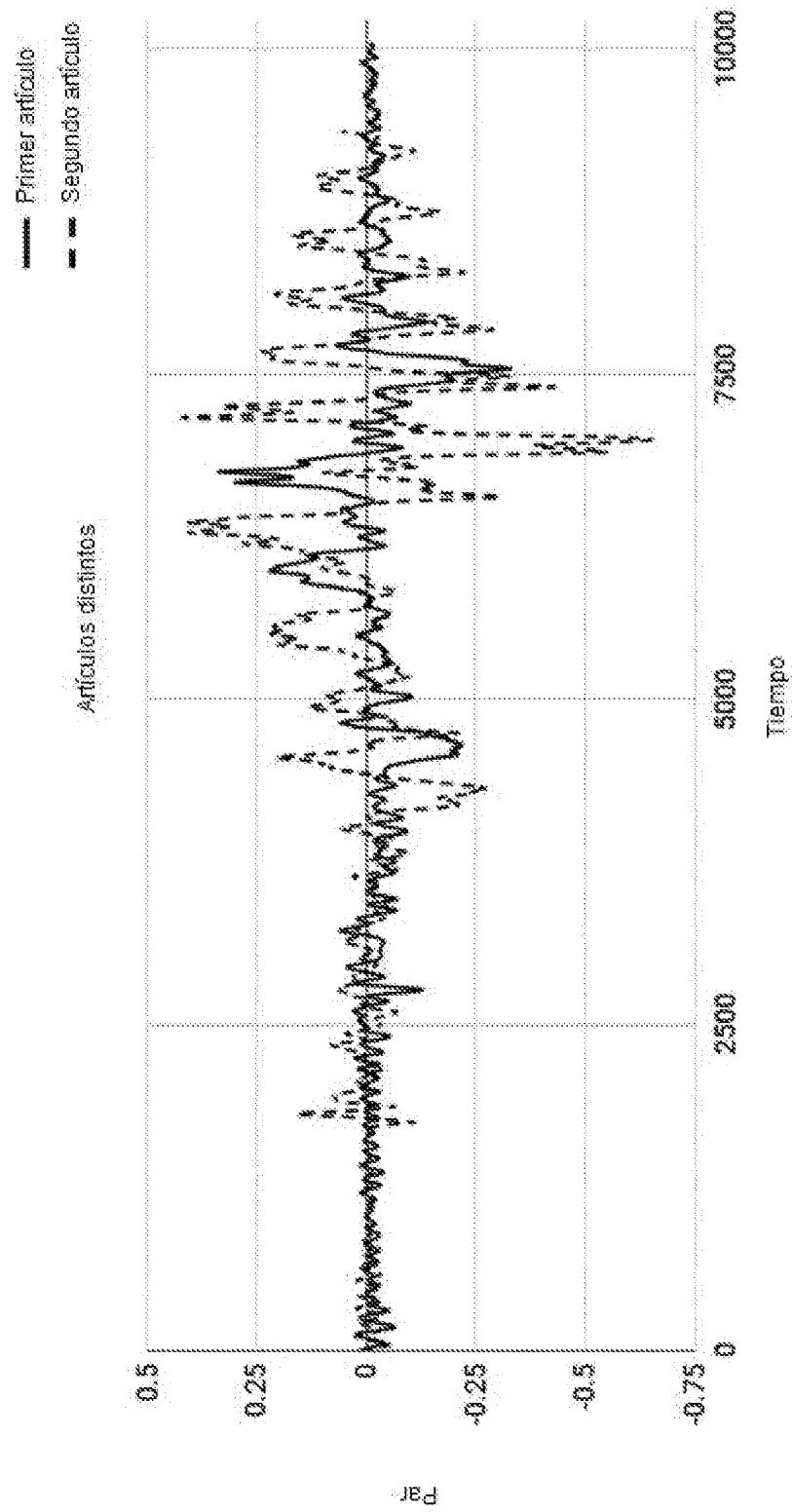


Figura 4

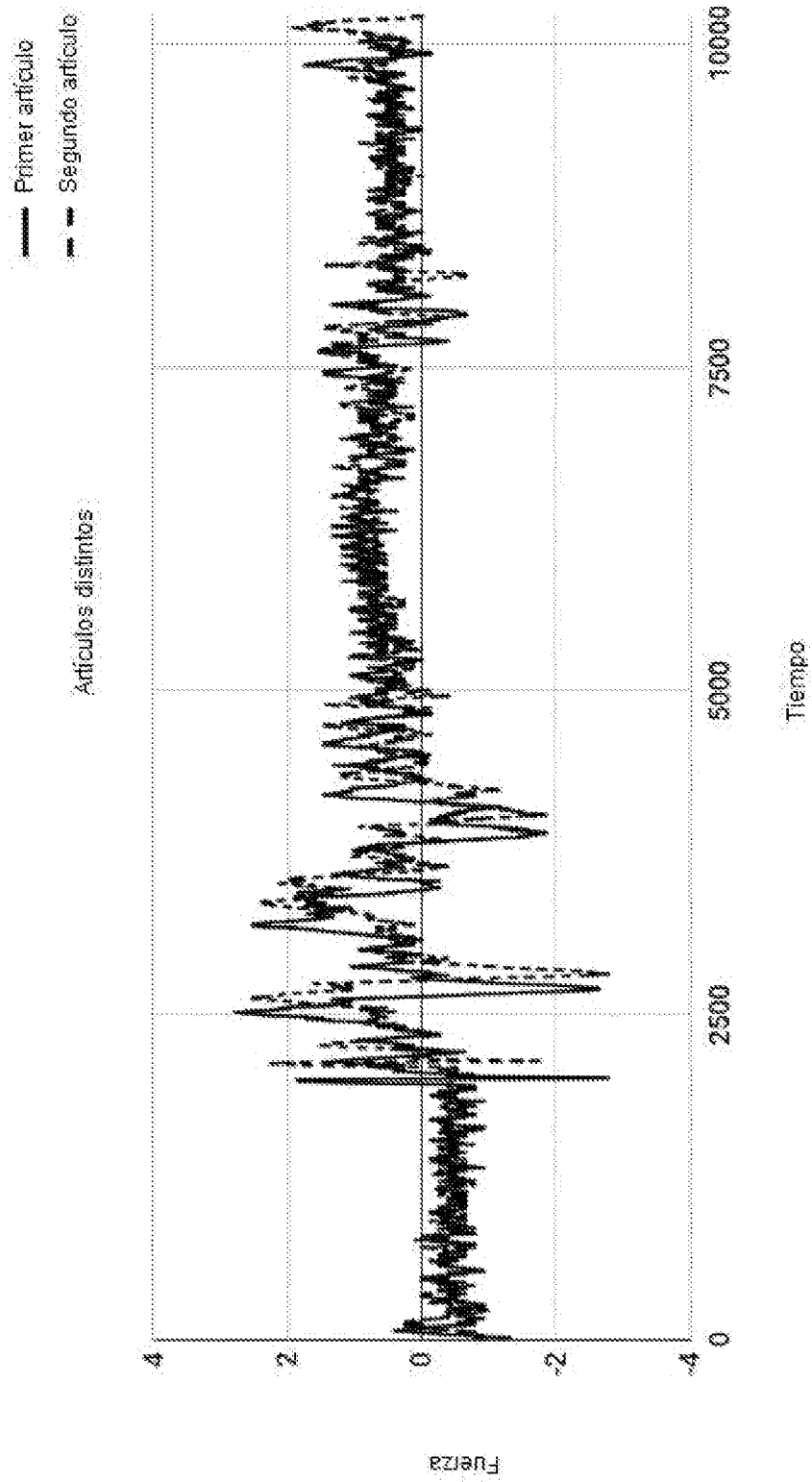


Figura 5

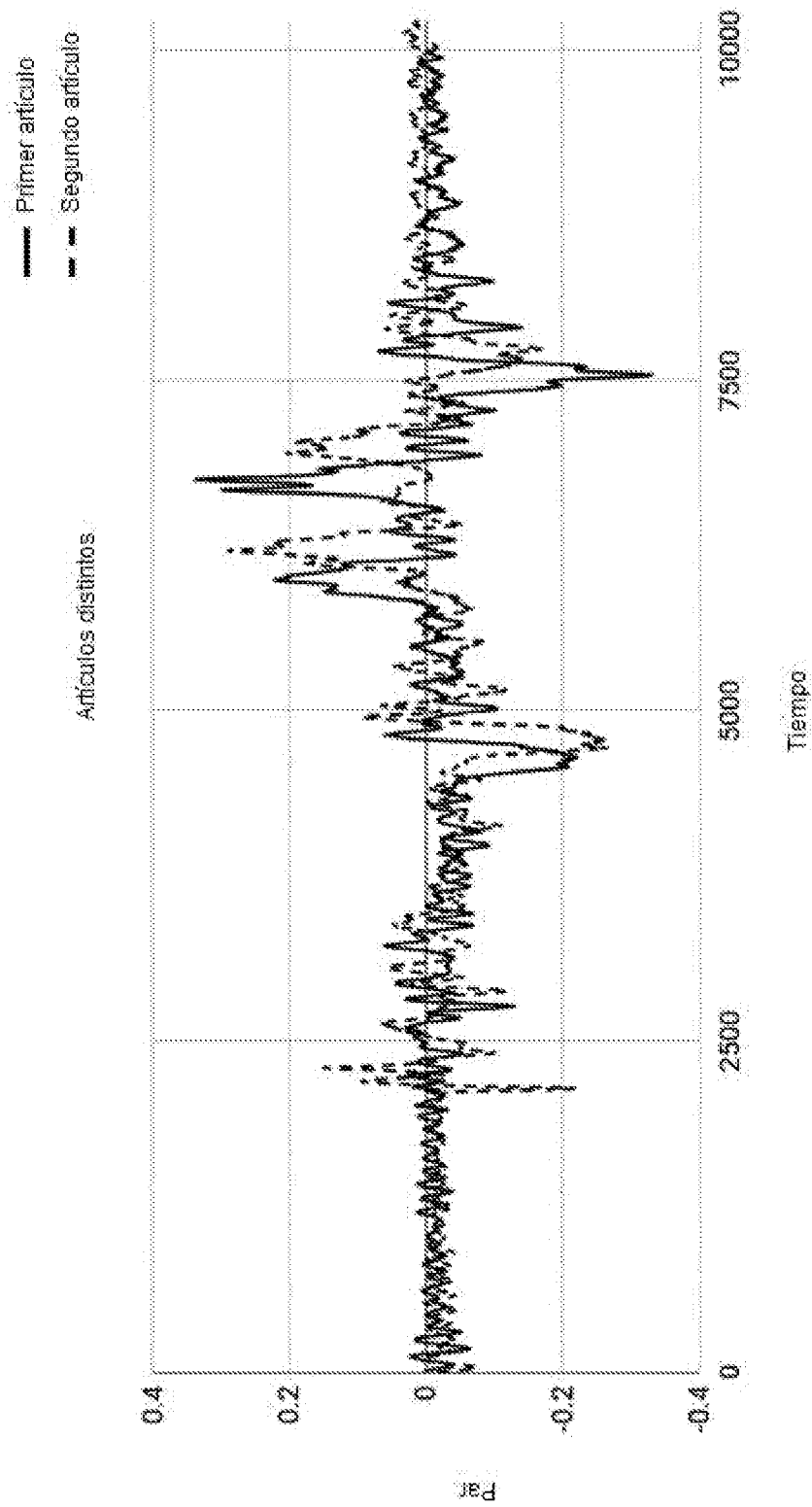


Figura 6

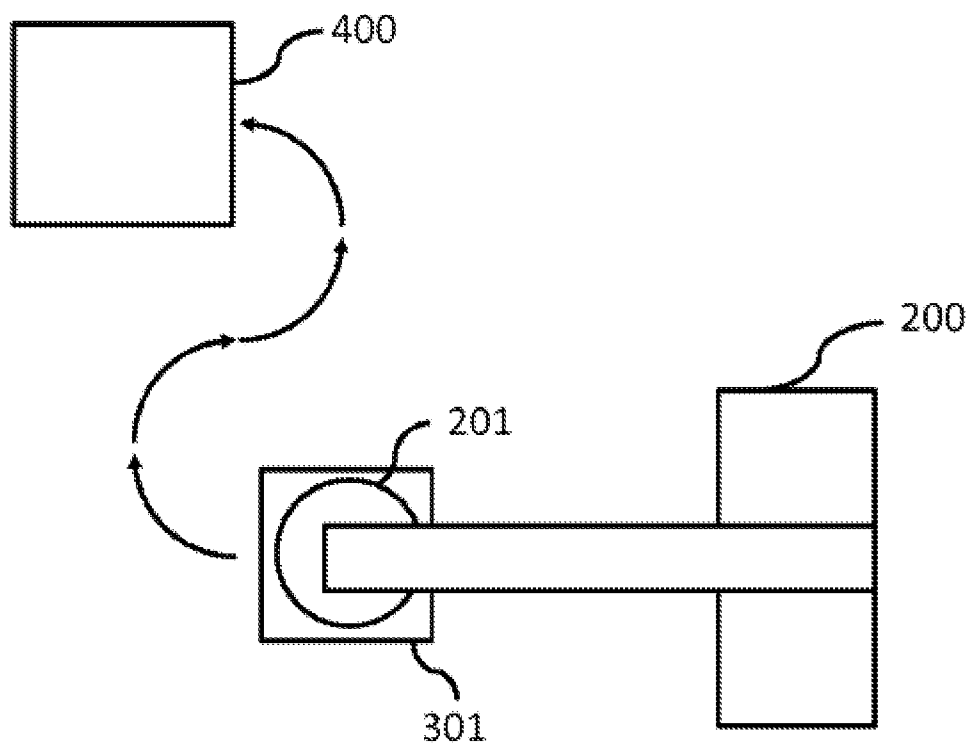


Figura 7a

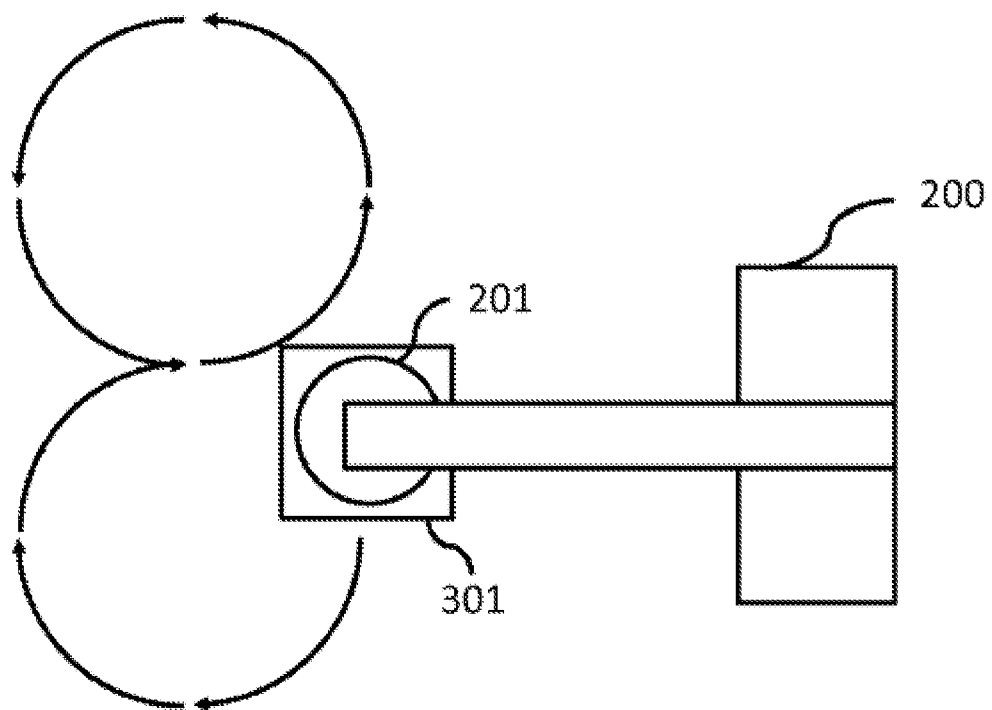


Figura 7b

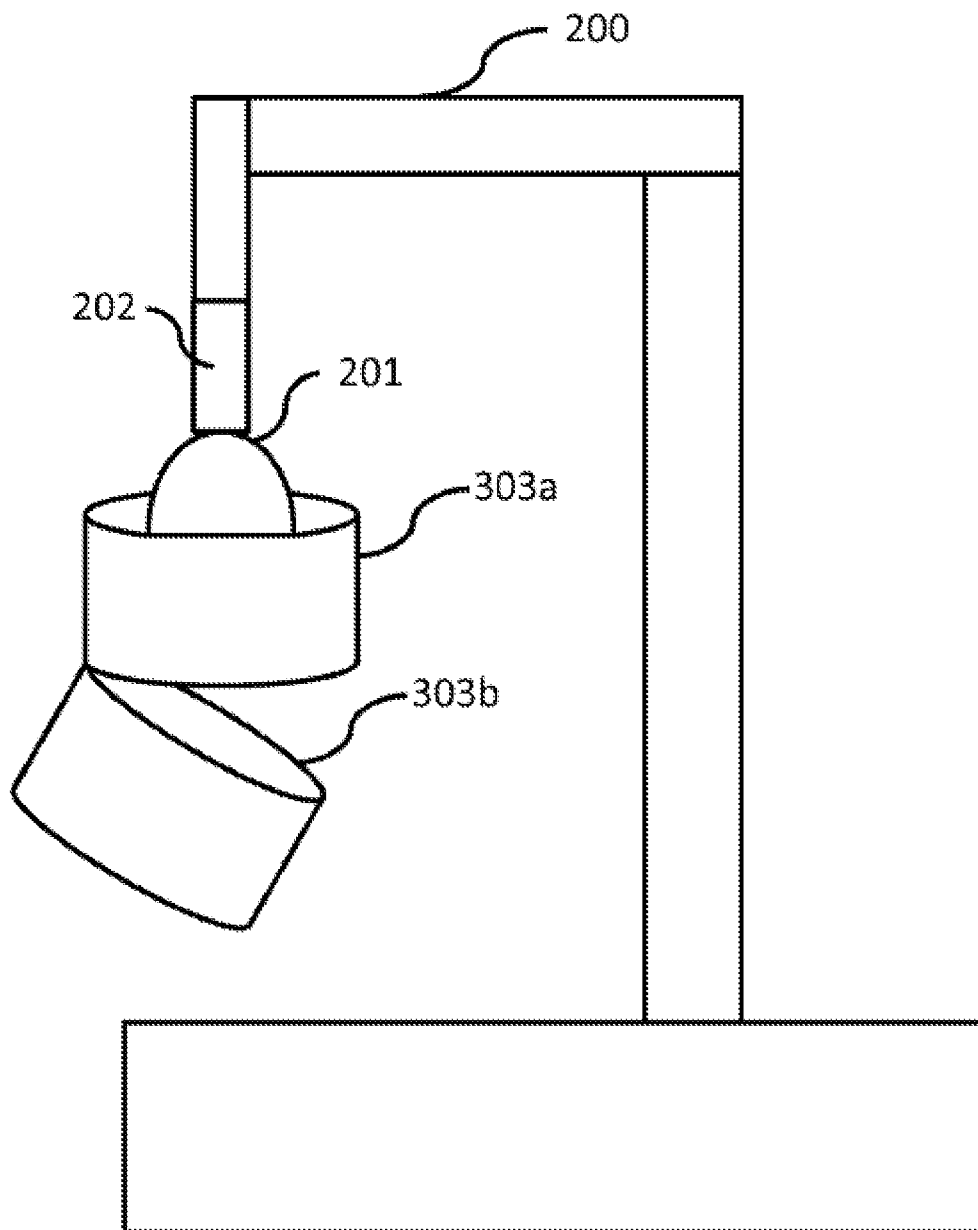


Figura 8

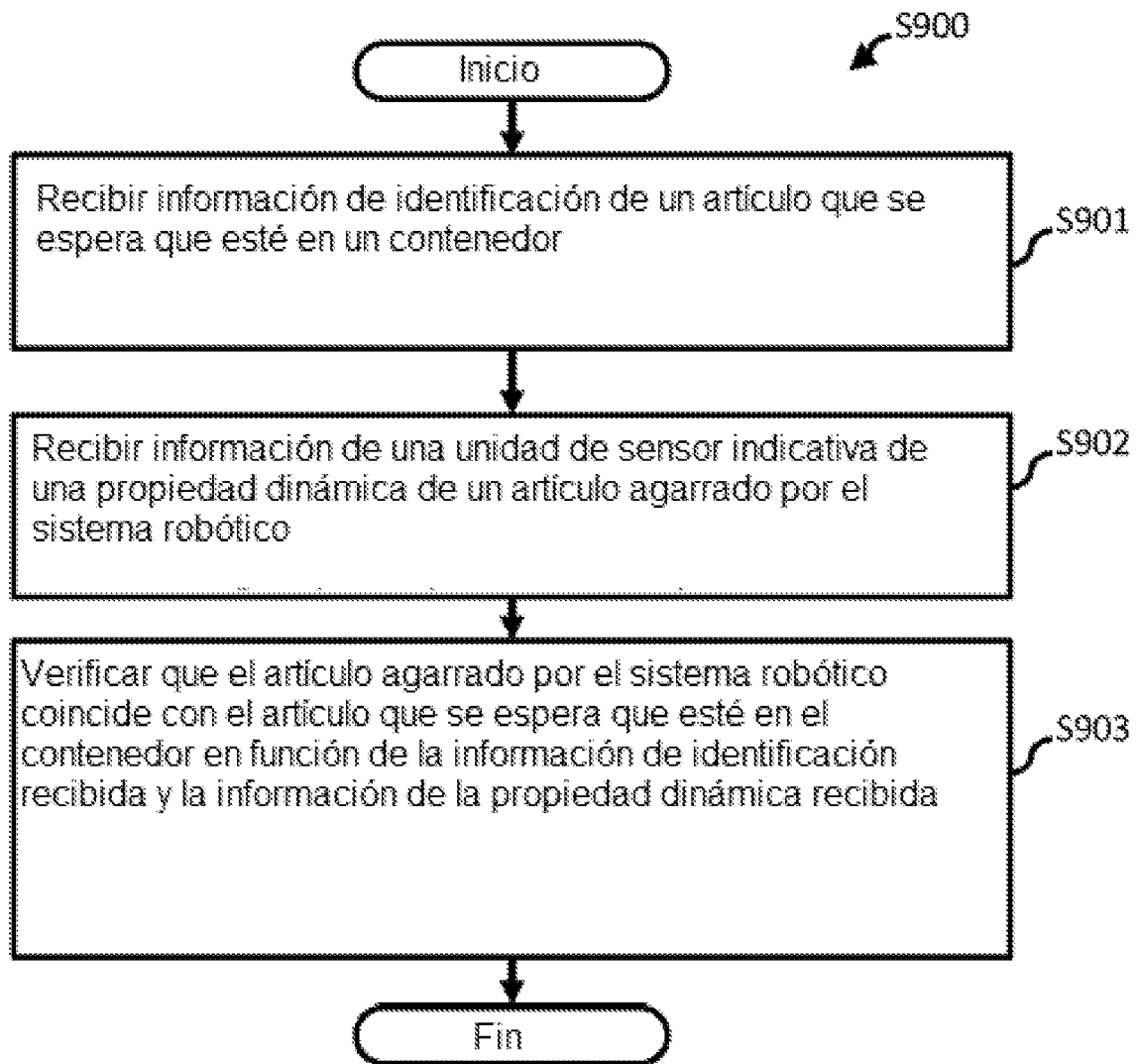


Figura 9

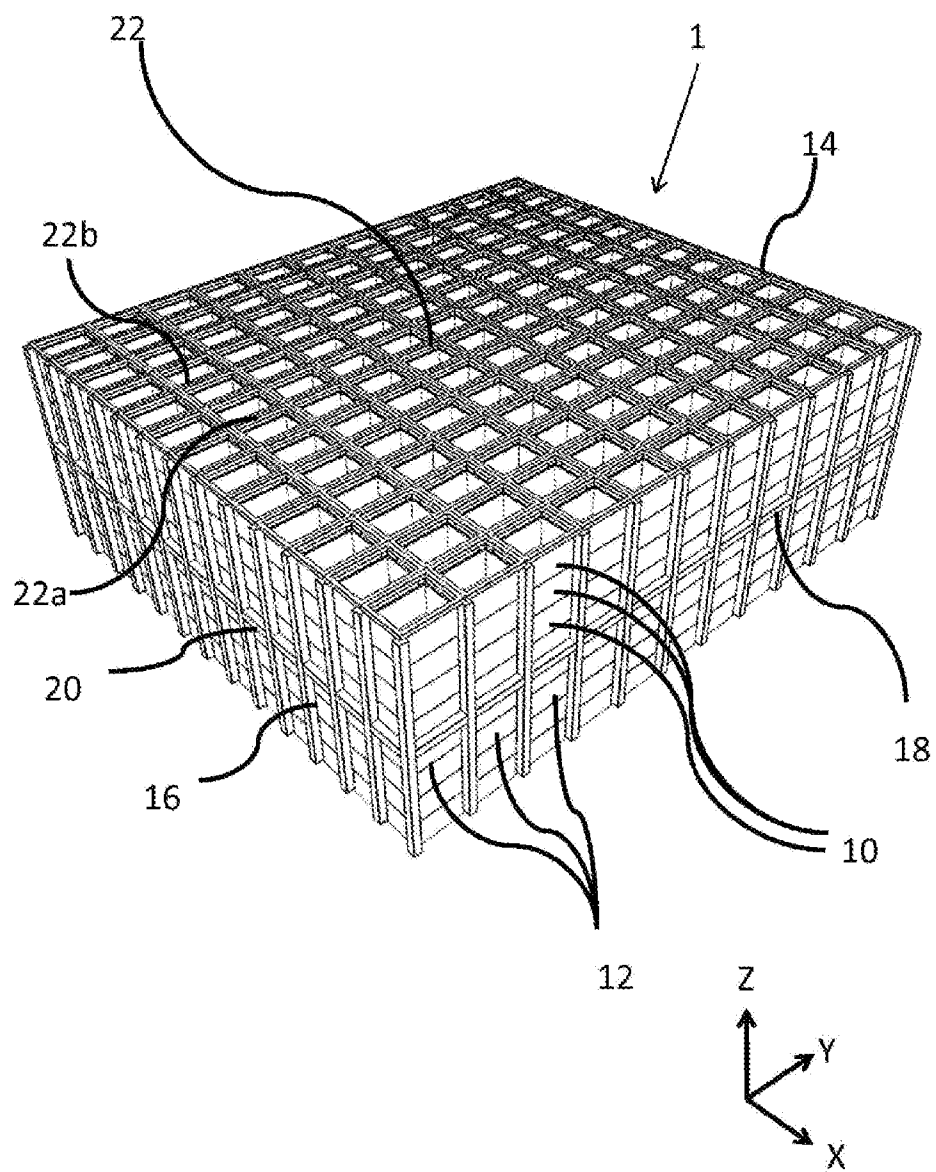


Figura 10

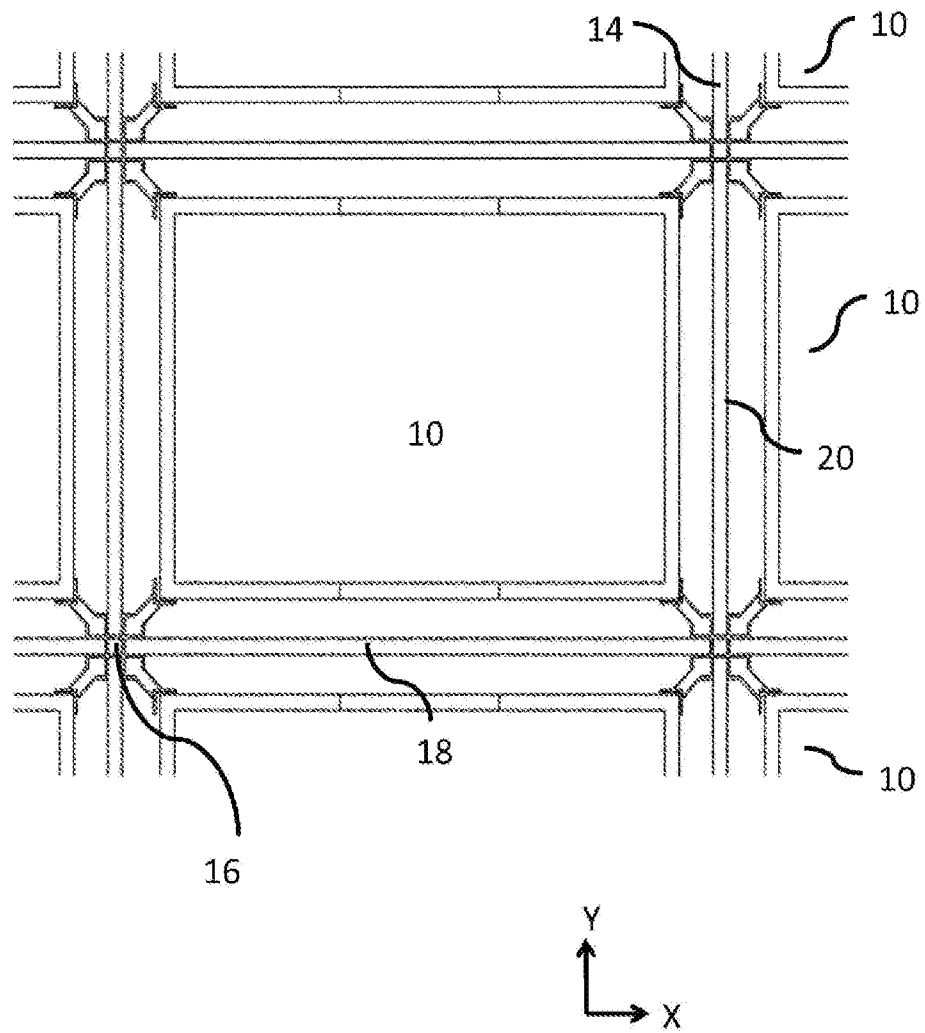


Figura 11

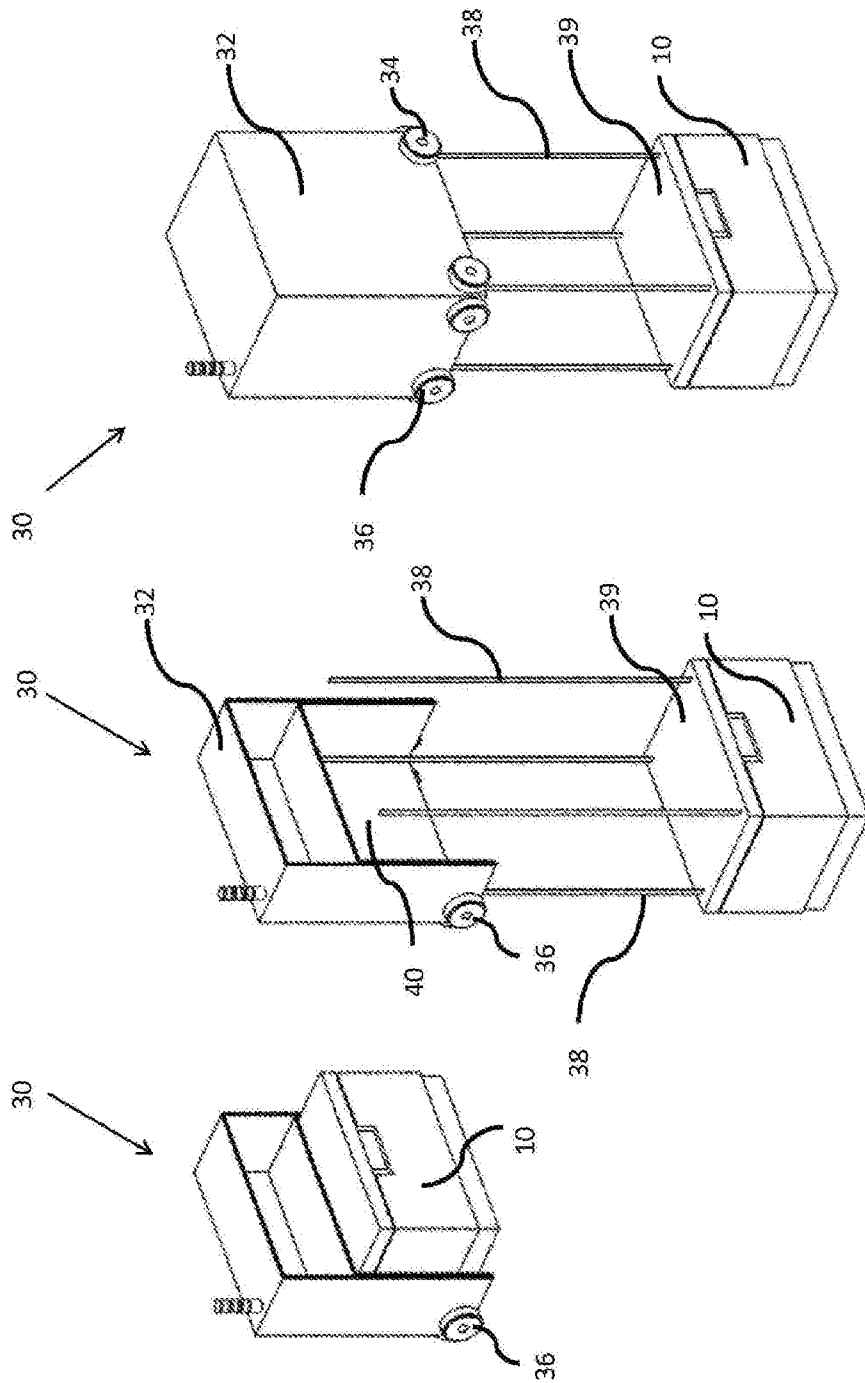


Figure 12c

Figure 12b

Figure 12a

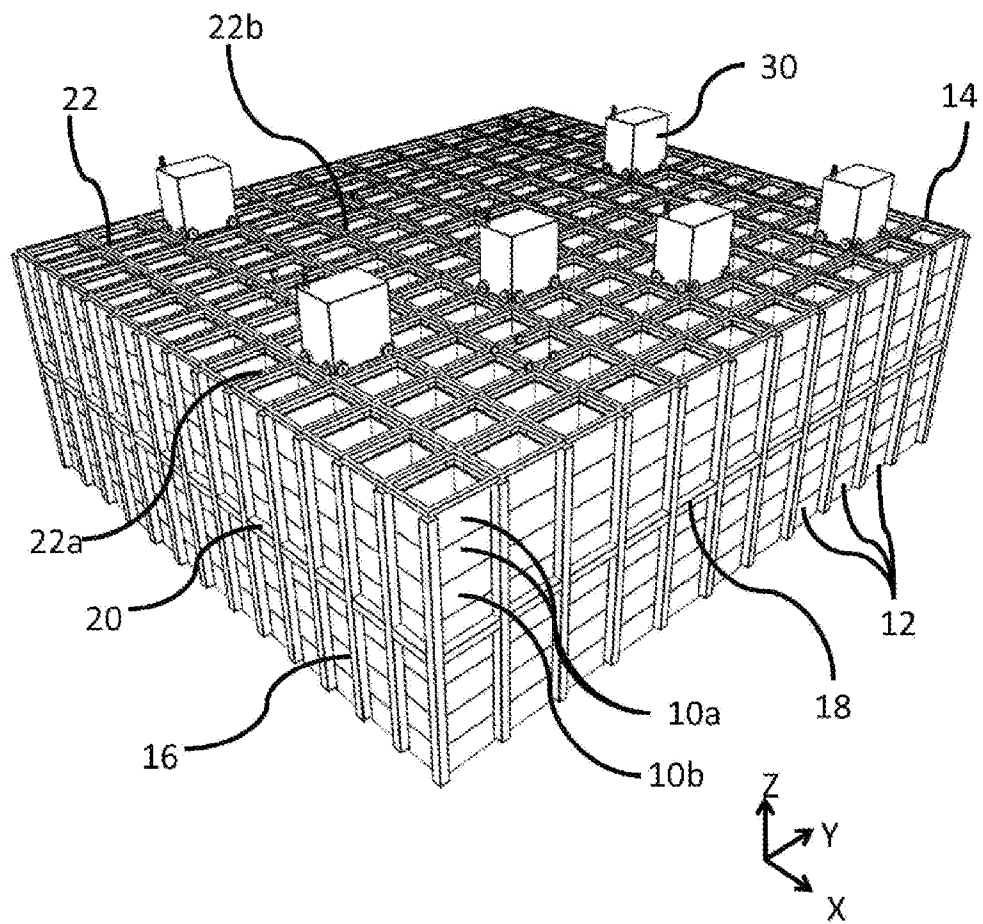


Figura 13