

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 945 009**

51 Int. Cl.:

B65G 1/04 (2006.01)

B65G 1/06 (2006.01)

B65G 1/137 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.04.2013 PCT/US2013/035836**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.10.2013 WO13155107**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.04.2013 E 13775199 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.02.2023 EP 2836446**

54 Título: **Método y aparato para clasificar o recuperar artículos**

30 Prioridad:

09.04.2012 US 201261622000 P

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

27.06.2023

73 Titular/es:

**OPEX CORPORATION (100.0%)
305 Commerce Drive
Moorestown, NJ 08057-4234, US**

72 Inventor/es:

**DEWITT, ROBERT, R.;
CHEZIK, PETER, M.;
VALINSKY, JOSEPH;
STAHL, OLA y
KARTIK, S.**

74 Agente/Representante:

EBRI SAMBEAT, Ana

ES 2 945 009 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

Método y aparato para clasificar o recuperar artículos

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un método para controlar un sistema de manipulación de materiales para clasificar o recuperar artículos y un sistema de manipulación de materiales con un controlador adaptado para llevar a cabo los pasos del método. De forma más específica, la presente invención se refiere a un sistema de manipulación de materiales que incorpora una pluralidad de zonas de destino dispuestas a lo largo de una vía para guiar una pluralidad de vehículos con el fin de transportar artículos a y/o desde las zonas de destino.

15 Antecedentes de la invención

15 Clasificar y recuperar artículos para cumplimentar un pedido de un cliente puede resultar laborioso y requerir mucho tiempo. De modo similar, las grandes organizaciones pueden disponer de amplias zonas de almacenamiento en las que se almacenan numerosos artículos. Clasificar y recuperar artículos de los cientos o miles de zonas de almacenamiento requiere un trabajo considerable que debe realizarse
20 manualmente. En muchos campos, se ha desarrollado un sistema de *picking* [preparación de pedidos] automatizado para reducir los costes de mano de obra y mejorar el servicio al cliente reduciendo el tiempo que se tarda en cumplimentar el pedido de un cliente. Sin embargo, los sistemas conocidos de manipulación automática de materiales son muy caros o tienen limitaciones que entorpecen su eficacia. Por consiguiente, existe una necesidad en una variedad de aplicaciones de manipulación de materiales
25 para almacenar y/o recuperar artículos automáticamente.

Los sistemas de manipulación de materiales para almacenar y/o recuperar artículos automáticamente son conocidos en el estado de la técnica. Por ejemplo, la patente US 2008/0277243 (Hayduchok et al) muestra un método y un aparato para clasificar artículos en una pluralidad de destinos de clasificación.
30 Los artículos se cargan en uno de una pluralidad de vehículos de entrega controlados independientemente y los vehículos de entrega siguen una vía que guía a los vehículos de entrega a los destinos de clasificación, que están situados a lo largo de la vía. Una vez en el destino de clasificación apropiado, el vehículo de entrega expulsa el artículo al destino de clasificación y vuelve a recibir otro artículo que ha de entregarse. Cada uno de los vehículos de entrega de esta divulgación tiene una cinta transportadora en la superficie superior. Al accionar la cinta transportadora, el vehículo de entrega puede expulsar un artículo del vehículo de entrega y hacerlo llegar a una ubicación de almacenamiento. La patente US 2008/0277243 divulga un método según el preámbulo de la reivindicación 1 y un sistema de manipulación de materiales según el preámbulo de la reivindicación 9.

40 El sistema de la patente US '243 también muestra una estación de entrada en la que una cinta transportadora traslada un artículo al vehículo de entrega. Una vez que una porción del artículo está en el vehículo de entrega, puede accionarse la cinta transportadora en el vehículo de entrega para colocar el artículo en el vehículo. El problema de tal solución es que se requiere una cinta transportadora en cada ubicación de almacenamiento o ubicación de entrada para cargar el artículo en el vehículo de entrega.

45 La patente US 6.654.662 (Hognaland, transferida a Autostore) muestra un sistema de almacenamiento automatizado que se centra en la densidad de almacenamiento y el almacenamiento de productos populares o de alta rotación. lo más cerca posible de estaciones de embalaje. Para conseguir un sistema lo más denso posible, el sistema de la solicitud de patente elimina todos los pasillos y espacios libres del sistema. En su lugar, el sistema utiliza una serie de pilas verticales de contenedores muy comprimidas.
50 Una pluralidad de carros se desplazan a lo largo de una estructura sobre las pilas para recuperar contenedores y entregarlos a estaciones de embalaje.

Para recuperar un contenedor, uno de los carros se desplaza a lo largo de la estructura hasta situarse sobre la pila en la que se encuentra el contenedor. El carro incluye una pinza que levanta los contenedores de la pila. Utilizando la pinza, el carro levanta cada contenedor de la pila hasta llegar al contenedor deseado. A medida que "se abre paso" a través de los contenedores de la pila intentando alcanzar el contenedor deseado, el carro reubica todos los contenedores apilados encima del contenedor deseado. Una vez recuperado el contenedor deseado, éste se aparta en un lugar provisional mientras el
60 carro vuelve a apilar los contenedores que movió para acceder al contenedor deseado.

Debido a la densidad del sistema y al hecho de que el sistema requiere que los carros se abran paso a través de las pilas desapilando y volviendo a apilar los contenedores, es deseable almacenar los artículos más populares cerca de la parte superior de las pilas y en las pilas más cercanas a las estaciones de embalaje. Por lo tanto, después de que el carro entregue un contenedor a una de las estaciones de embalaje, el carro devuelve el contenedor a la parte superior de la pila que esté más cerca de la estación de embalaje donde el carro entregó el contenedor. Al devolver un contenedor a la parte superior de la pila

disponible más cercana, los artículos menos populares tenderán a quedarse en la parte inferior de las pilas y los artículos más populares tenderán a situarse cerca de la parte superior de las pilas cercanas a las estaciones de embalaje.

En otras palabras, debido a que el sistema de la patente US '662 se centra en maximizar la densidad de almacenamiento, el sistema está configurado de una manera que requiere que los carros se abran paso a través de pilas de contenedores para recuperar un contenedor deseado. Dado que el sistema de abrirse paso a través de pilas de contenedores es engorroso y requiere mucho tiempo, el sistema de almacenamiento se centra en almacenar los artículos populares en la parte superior de las pilas más cercanas a las estaciones de embalaje. De este modo, se minimiza la cantidad de ocasiones en que los carros tienen que abrirse paso a través de pilas para recuperar un contenedor y la cantidad de desplazamiento una vez que se extrae el artículo de la pila.

Resumen de la invención

A la luz de lo anterior, un sistema proporciona un método para controlar un sistema de manipulación de materiales según la reivindicación 1 y un sistema de manipulación de materiales según la reivindicación 9 con un controlador configurado para hacer que el sistema de manipulación de materiales ejecute los pasos del método.

En un ejemplo de sistema de manipulación de materiales, el sistema de manipulación de materiales incluye una pluralidad de ubicaciones de almacenamiento, y una pluralidad de vehículos de entrega para entregar artículos a o recuperar artículos de las ubicaciones de almacenamiento. Una vía guía los vehículos de entrega hasta las ubicaciones de almacenamiento. En contraste con la solución del estado de la técnica, el presente sistema utiliza un mecanismo de traslado que está en cada vehículo de entrega para que los vehículos controlables independientemente puedan desplazarse hasta la ubicación de almacenamiento apropiada a lo largo de la vía y sacar un artículo de la ubicación de almacenamiento para echarlo en el vehículo de entrega.

En una realización, un controlador controla el funcionamiento de los vehículos de entrega en función de información determinada para cada artículo que ha de clasificarse. Además, la vía incluye una pluralidad de secciones verticales y horizontales interconectadas de modo que los vehículos se desplazan a lo largo de una trayectoria continua que cambia de una dirección horizontal a una dirección vertical. Además, los vehículos pueden accionarse de tal manera que la orientación de un artículo en el vehículo se mantiene constante a medida que los vehículos cambian de una dirección horizontal de desplazamiento a una dirección vertical de desplazamiento.

La presente descripción proporciona un método para recuperar artículos de una pluralidad de ubicaciones de almacenamiento dispuestas a lo largo de una vía. Se acciona un vehículo de entrega a lo largo de la vía para recuperar un artículo de una de las ubicaciones de almacenamiento. El vehículo de entrega se para en un punto de la vía y una porción de la vía se desplaza mientras el vehículo de entrega está parado en la vía, de tal modo que inclina el vehículo de entrega para presentar el artículo a un operario.

La descripción proporciona un sistema de manipulación de materiales, que comprende una pluralidad de ubicaciones de almacenamiento para recibir artículos. Se coloca una vía adyacente a las ubicaciones de almacenamiento y una pluralidad de carros se accionan a lo largo de la vía para recuperar artículos de las ubicaciones de almacenamiento. Se provee una ubicación de salida a lo largo de la vía para que un operario pueda recuperar un artículo transportado por uno de los carros. En la ubicación de salida, la vía comprende una sección móvil de modo que desplazar la sección móvil mientras uno de los carros está detenido en la ubicación de salida es operable para inclinar el carro.

Se describe, además, un sistema de manipulación de materiales que tiene una pluralidad de ubicaciones de almacenamiento dispuestas en una serie de filas o columnas y una vía adyacente a las ubicaciones de almacenamiento. La vía comprende una pluralidad de filas o columnas y se proporciona una pluralidad de vehículos para entregar artículos a las ubicaciones de almacenamiento o recuperar artículos de las ubicaciones de almacenamiento, en donde cada vehículo comprende un motor de a bordo para accionar el vehículo a lo largo de la vía hacia o desde una de las ubicaciones de almacenamiento. Se proporciona un controlador para controlar cada vehículo de forma independiente, en donde el controlador controla una pluralidad de vehículos para recuperar una pluralidad de artículos de las ubicaciones de almacenamiento para un pedido estimando el tiempo de recuperación de cada artículo de un pedido, en donde el tiempo de recuperación es el tiempo necesario para que cada artículo del pedido lo recupere un vehículo independiente y calcular la secuencia en que se asignan vehículos para recuperar artículos del pedido en función de las estimaciones del tiempo de recuperación de cada artículo del pedido. En donde el controlador dirige la pluralidad de vehículos a las ubicaciones de almacenamiento correspondientes en respuesta al cálculo de la secuencia en que se asignan vehículos para recuperar artículos del pedido.

Breve descripción de los dibujos

El resumen anterior y la siguiente descripción detallada de las realizaciones preferidas de la presente invención se entenderán mejor cuando se lean junto con los dibujos adjuntos, en los que:

- 5 la Figura 1 es una vista en perspectiva de un aparato de clasificación y recuperación;
- la Figura 2 es una vista frontal fragmentaria que ilustra una parte del sistema de vía del aparato ilustrado en la Figura 1;
- 10 la Figura 3 es una vista en sección fragmentaria de una porción del aparato ilustrado en la Figura 1;
- la Figura 4 es una vista fragmentaria ampliada de una porción de vía del aparato ilustrado en la Figura 1, que muestra detalles de una compuerta en posición cerrada;
- 15 la Figura 5 es una vista fragmentaria ampliada de una porción de vía del aparato ilustrado en la Figura 1, que muestra detalles de una compuerta en posición abierta;
- la Figura 6 es una vista en perspectiva fragmentaria ampliada de una porción de la vía ilustrada en la Figura 4, que muestra detalles de una compuerta desde una vista posterior;
- 20 la Figura 7 es una vista en perspectiva fragmentaria ampliada de una porción de la vía ilustrada en la Figura 5, que muestra detalles de una compuerta desde una vista posterior;
- la Figura 8 es una vista en perspectiva fragmentaria ampliada de una porción de la vía del sistema ilustrado en la Figura 1, que muestra detalles de una compuerta en posición cerrada;
- 25 la Figura 9 es una vista en perspectiva fragmentaria ampliada de una porción de la vía del sistema ilustrado en la Figura 1, que muestra detalles de una compuerta en posición abierta;
- la Figura 10 es una vista ampliada de una rueda del vehículo de entrega ilustrado en la Figura 8, mostrada en relación con la vía del aparato ilustrado en la Figura 1;
- 30 la Figura 11 es una vista en perspectiva superior de un vehículo de entrega del aparato ilustrado en la Figura 1;
- 35 la Figura 12 es una vista en perspectiva ampliada de una porción del vehículo de entrega ilustrado en la Figura 11;
- la Figura 13 es una vista en perspectiva ampliada de una porción del vehículo de entrega ilustrado en la Figura 11;
- 40 la Figura 14 es una perspectiva ampliada y parcialmente descompuesta de una estación de *picking* del aparato ilustrado en la Figura 1;
- la Figura 15A es una vista en perspectiva fragmentaria ampliada de una porción de la estación de *picking* ilustrada en la Figura 14, mostrada en una primera posición;
- 45 la Figura 15B es una vista en perspectiva fragmentaria ampliada de la porción de la estación de *picking* ilustrada en la Figura 15A, mostrada en una segunda posición;
- 50 la Figura 16 es una vista en planta fragmentaria ampliada de una porción de la estación de *picking* ilustrada en la Figura 14; y
- la Figura 17 es una vista en perspectiva fragmentaria ampliada de una porción de la estación de *picking* ilustrada en la Figura 14.
- 55

Descripción detallada de la invención

- En referencia, ahora, a las la figuras en general y a la Fig. 1 de forma específica, se designa de forma general un aparato 10 para clasificar o recuperar artículos. El aparato 10 incluye una pluralidad de vehículos de entrega o carros 200 para recuperar artículos de una pluralidad de ubicaciones, tales como las zonas de almacenamiento 100. Los carros, entonces, entregan los artículos a una estación de salida 310 donde un operario puede recuperar el artículo del carro. El carro, entonces, regresa a una zona de almacenamiento para almacenar los artículos restantes que no recuperó el operario. El carro, entonces, avanza hasta otra zona de almacenamiento para obtener el siguiente artículo que deba recuperarse. De este modo, el sistema incluye una pluralidad de carros 200 controlados individualmente que se desplazan por la vía para recuperar artículos de las distintas zonas de almacenamiento y presentar los artículos a un operario antes de devolver cualquier artículo restante y, entonces, recuperar otro artículo.
- 60
- 65

Los carros 200 se desplazan a lo largo de una vía 110 hasta las ubicaciones de almacenamiento. La vía tiene un raíl superior horizontal 135 y un raíl inferior horizontal 140, que funciona como pata de retorno. Entre el raíl superior y la pata de retorno inferior se extienden varias patas verticales 130 paralelas. En el presente caso, las zonas de almacenamiento 100 se disponen en columnas entre las patas verticales 130. En las Figs. 2-3, el sistema de vía se ilustra como un conjunto generalmente rectilíneo de columnas. Sin embargo, como se muestra en las Figs. 14-17, la estación de salida 310, comprende una estación de *picking* que tiene una vía curvada 315 que se curva hacia el exterior del conjunto de contenedores para que los contenedores que transportan los carros sean fácilmente accesibles para el operario.

En una operación típica al usar el sistema, después de que el vehículo abandone la estación de *picking* 310, el vehículo transportará un artículo que debe devolverse a una de las zonas de almacenamiento 100. El vehículo devolverá el artículo a una primera zona de almacenamiento y luego se moverá a una segunda zona de almacenamiento para recuperar un segundo artículo que debe transportarse a la estación de *picking*.

Después de salir de la estación de *picking*, el carro se desplaza hacia arriba a lo largo de dos pares de patas verticales y luego horizontalmente a lo largo de dos raíles superiores 135. El carro 200 se desplaza a lo largo del raíl superior hasta que alcanza la columna apropiada que contiene la zona de almacenamiento para el artículo que transporta el carro. La vía 110 incluye compuertas 180 que dirigen el carro 200 para bajar por las patas verticales y el carro se detiene en la zona de almacenamiento apropiada. Entonces, el carro 200 descarga el artículo en la zona de almacenamiento.

Después de descargar el artículo, el carro 200 se desplaza hasta la segunda ubicación de almacenamiento para recuperar el siguiente artículo que debe transportarse a la estación de *picking*. Después de recuperar el artículo, el carro 200 desciende por las patas verticales 130 de la columna hasta que alcanza el raíl inferior 140. Las compuertas dirigen el carro a lo largo del raíl inferior, y el carro sigue el raíl inferior para volver a la estación de *picking* 310 para entregar otro artículo.

Los carros 200 son vehículos semiautónomos que disponen, cada uno, de una fuente de alimentación y un motor de a bordo para impulsar los carros a lo largo de la vía 110. Los carros también incluyen un mecanismo de carga/descarga 210 para cargar artículos en los carros y descargar artículos de los carros.

Dado que el sistema 10 incluye varios carros 200, se controla el posicionamiento de los carros para asegurar que los diferentes carros no choquen entre sí. En una realización, el sistema 10 utiliza un controlador central 450 que rastrea la posición de cada carro 200 y proporciona señales de control a cada carro para controlar el avance de los carros a lo largo de la vía. El controlador central 450 también puede controlar el funcionamiento de los diversos elementos que existen a lo largo de la vía, tales como las compuertas 180. Sin embargo, en el presente caso, las compuertas accionan los carros 200, como se expone más adelante.

En referencia a la Fig. 1, el sistema incluye un conjunto de ubicaciones de almacenamiento 100 para recibir artículos. En el presente caso, las ubicaciones de almacenamiento 190 se disponen en columnas. Además, el sistema 10 incluye una vía 110 para guiar los carros 200 a las ubicaciones de almacenamiento 100. En la siguiente descripción, el sistema se describe entregando y/o recuperando artículos a y desde zonas de almacenamiento 100. Los artículos pueden configurarse de modo que un artículo en concreto se almacene en una ubicación de almacenamiento. Sin embargo, en un entorno de funcionamiento típico, los artículos se almacenan en o sobre un mecanismo de almacenamiento, como un contenedor o plataforma. Por ejemplo, en el caso que nos ocupa, los artículos se almacenan en un contenedor, denominado "*tote*". El contenedor es similar a una caja de cartón o caja sin tapa, de modo que un operario puede acceder con la mano fácilmente al contenedor para recuperar un elemento en la estación de *picking*. Aunque el presente sistema se describe usando contenedores, debe entenderse que puede utilizarse cualquiera de una variedad de mecanismos de almacenamiento, tales como palés o plataformas similares.

Las ubicaciones de almacenamiento 100 pueden tener diversas configuraciones. Por ejemplo, la configuración más simple es un estante para apoyar los artículos o el contenedor que contiene los artículos. De modo similar, las ubicaciones de almacenamiento 190 pueden incluir uno o más soportes que cooperen con el mecanismo de almacenamiento para soportar el mecanismo de almacenamiento en la ubicación de almacenamiento. Por ejemplo, en el presente caso, las ubicaciones de almacenamiento incluyen soportes similares a soportes de estante para soportar uno de los contenedores.

Haciendo referencia a la Fig. 1, el sistema 10 incluye, generalmente, una pluralidad de ubicaciones de almacenamiento 100, que en el presente caso se disponen en un conjunto. Al menos una estación de salida 310, denominada estación de *picking*, está situada adyacente a las ubicaciones de almacenamiento. Los carros 200 recuperan contenedores 15 de las ubicaciones de almacenamiento 100 y los entregan a la estación de *picking* 310, donde un operario puede recuperar uno o más artículos de los

contenedores. Después de que el operario recoja los artículos, el carro 200 aleja el contenedor 15 de la estación de *picking* 310 y vuelve a una de las ubicaciones de almacenamiento.

Las ubicaciones de almacenamiento se disponen a lo largo de una vía 110. En el presente caso, la vía 110 incluye un raíl horizontal superior 135 y un raíl horizontal inferior 140. Una pluralidad de patas verticales 130 se extienden entre la pata horizontal superior y la pata horizontal inferior 140. Durante el transporte, los carros suben por un par de patas verticales desde la estación de *picking* 310 hasta el raíl superior 135 (como se describe más adelante, los carros suben en realidad por dos pares de raíles porque la vía incluye una vía de avance y una vía opuesta paralela). El carro, entonces, se desplaza por el raíl superior hasta alcanzar la columna que tiene la zona de almacenamiento adecuada. El carro, entonces, se desplaza hacia abajo a lo largo de dos postes verticales delanteros y dos postes traseros paralelos hasta llegar a la ubicación de almacenamiento adecuada, y entonces descarga el artículo en la ubicación de almacenamiento. El carro, entonces, se desplaza a otra ubicación de almacenamiento para recuperar otro artículo. Una vez recogido el artículo, el carro desciende por las patas verticales hasta llegar a la pata horizontal inferior 140. Entonces, el carro sigue el raíl inferior de vuelta a la estación de *picking* 310.

Como se puede ver en las Figs. 1-3, la vía 110 incluye una vía delantera 115 y una vía trasera 120. Las vías delantera y trasera 115, 120 son vías paralelas que cooperan para guiar los carros alrededor de la vía. Como se muestra en la Fig.11, cada uno de los carros incluye cuatro ruedas 220: dos delanteras y dos traseras. Las ruedas delanteras 220 van en la vía delantera, mientras que las ruedas traseras van en la vía trasera. Debe entenderse que, en la descripción de la vía, las vías delantera y trasera 115, 120 son vías opuestas de configuración similar que soportan las ruedas delanteras y traseras 220 de los carros. Por consiguiente, la descripción de una parte de la vía delantera o trasera se aplica también a la vía delantera o trasera opuesta.

En referencia a las Figs. 1-10, los detalles de la vía se describirán con mayor detalle. La vía 110 incluye una pared exterior 152 y una pared interior 154 que está separada de la pared exterior y es paralela a la pared exterior. La vía también tiene una pared trasera 160 que se extiende entre las paredes interior y exterior. Como puede verse en las Figs. 8-10, las paredes exterior e interior 152, 154 y la pared trasera forman un canal. Las ruedas 220 del carro se desplazan en este canal.

En referencia a las Figs. 8-10, la vía incluye tanto una superficie de accionamiento 156 como una superficie de guía 158. La superficie de accionamiento se acopla positivamente a los carros para permitir que el carro se desplace a lo largo de la vía. La superficie de guía 158 guía el carro, manteniendo el carro en interacción operativa con la superficie de accionamiento 156. En el presente caso, la superficie de accionamiento está formada por una serie de dientes, que forman una cremallera que engrana las ruedas de los carros como se describe más adelante. La superficie de guía 158 es una superficie generalmente plana adyacente a la cremallera 156. La cremallera 156 se extiende aproximadamente hasta la mitad de la vía y la superficie de guía 158 se extiende hasta la otra mitad de la vía. Como se muestra en las Figs. 8 y 9, la cremallera 156 se forma en la pared interior 154 de la vía. La pared exterior opuesta 152 es una superficie generalmente plana paralela a la superficie de guía 158 de la pared interior.

Como se ha descrito anteriormente, la vía incluye una pluralidad de patas verticales que se extienden entre los raíles horizontales superior e inferior 135, 140. Se forma una intersección 170 en cada sección de la vía donde una de las patas verticales interseca con una de las patas horizontales. Cada intersección incluye una ramificación interior 172 que es curva y una ramificación exterior 176 que es generalmente recta. La Fig. 9 ilustra una intersección del lado derecho 170c y una intersección del lado izquierdo 170d, que son espejos una de la otra. En la Fig. 9, las intersecciones 170c, 170d ilustran la porción de la vía en la que dos patas verticales 130 intersecan la pata horizontal superior 135. Las intersecciones de las patas verticales con el raíl inferior incorporan intersecciones similares, sólo que las intersecciones están invertidas. De forma específica, el punto donde la pata vertical 130c interseca el raíl inferior incorpora una intersección con una configuración similar a la intersección 170d, y el punto donde la pata vertical 130d interseca el raíl inferior incorpora una intersección con una configuración similar a la intersección 170c.

Cada intersección 170 incluye una compuerta pivotante 180 que tiene un anillo interior curvo y liso y un anillo exterior plano que tiene dientes que corresponden a los dientes de la superficie de accionamiento 156 de la vía. La compuerta 180 pivota entre una primera posición y una segunda posición. En la primera posición, la compuerta 180 está cerrada de modo que el anillo exterior recto 184 de la compuerta está alineado con la ramificación exterior recta 176 de la intersección. En la segunda posición, la compuerta está abierta de modo que el anillo interior curvo 182 de la compuerta está alineado con la ramificación curva 172 de la intersección.

Por consiguiente, en la posición cerrada, la compuerta se pivota hacia abajo para que el anillo exterior 184 de la compuerta se alinee con la superficie de accionamiento 156. En esta posición, la compuerta bloquea al carro y le impide girar hacia abajo por la porción curva, de modo que el carro continúa derecho a través de la intersección. En cambio, como se ilustra en la Fig. 9, cuando la compuerta se pivota a la

posición abierta, la compuerta bloquea al carro y le impide ir derecho a través de la intersección. En su lugar, el anillo interior curvo 182 de la compuerta se alinea con la superficie curvada de la ramificación interior 172 y el carro gira a través de la intersección. En otras palabras, cuando la compuerta está cerrada, el carro pasa a través de la intersección a lo largo del raíl superior 130 o del raíl inferior, dependiendo de la ubicación de la intersección. Cuando la compuerta está abierta, la compuerta dirige el carro desde un raíl vertical a un raíl horizontal o desde un raíl horizontal a un raíl vertical, dependiendo de la ubicación de la intersección.

Como puede verse en la Fig. 8, el extremo de la compuerta alejado del punto de pivote de la compuerta se acampana hacia afuera de modo que el anillo interior curvo corresponde al perfil curvo de la ramificación interior cuando la compuerta está abierta. Como resultado de esto, la compuerta tiene una configuración, generalmente, en forma de L. Para acomodar el extremo acampanado de la compuerta 180, la superficie de accionamiento 156 de la ramificación interior tiene una muesca o porción rebajada. Cuando la compuerta está cerrada, la muesca proporciona holgura para que el anillo exterior 184 de la compuerta quede plano, paralelo a la superficie de accionamiento de la ramificación exterior 176. Además, en el ejemplo mostrado en la Fig. 9, la compuerta está posicionada a lo largo del raíl superior 135 de la vía 110. Cuando la compuerta está cerrada, la parte rebajada de la compuerta se encuentra en el raíl superior 135. Cuando la compuerta está cerrada, el rebaje en la ramificación interior de la intersección 170 permite que la compuerta quede plana de modo que esté alineada con la superficie de accionamiento del raíl superior.

En la descripción anterior, las compuertas permiten que uno de los carros continúe en la misma dirección (por ejemplo, horizontalmente) o gire en una dirección (por ejemplo, verticalmente). Sin embargo, en algunas aplicaciones, el sistema puede incluir más de dos ralles horizontales que intersecan con las columnas verticales. En tal configuración, puede ser deseable incluir un raíl diferente que permita a los carros girar en más de una dirección. Por ejemplo, si un carro desciende por una columna, la compuerta puede permitirle girar a la izquierda o a la derecha por un raíl horizontal, o desplazarse en línea recta a lo largo de la columna vertical. Además, en algunos casos, los carros pueden desplazarse hacia arriba.

Las compuertas 180 pueden controlarse mediante señales recibidas desde el controlador central 450. De forma específica, cada compuerta puede conectarse a un accionador que desplaza la compuerta desde la posición abierta a la posición cerrada y viceversa. Podría ser cualquiera de una variedad de elementos controlables operables para desplazar la compuerta. Por ejemplo, el accionador puede ser un solenoide con un pistón desplazable linealmente.

Aunque las compuertas pueden accionarse automáticamente mediante un accionador a lo largo de la vía que el controlador central controla 450, en el presente caso, las compuertas 180 se controlan mediante un accionador presente en los carros 200. De forma específica, en referencia a las Figs. 4-7, las compuertas incluyen un accionador 190 pasivo que responde a un accionador 230 presente en los carros. Si el accionador presente en el carro se acopla con el accionador 190 presente en la compuerta, entonces la compuerta se mueve de una primera posición a una segunda posición. Por ejemplo, como se muestra en la Fig. 4, la compuerta está en una primera posición de modo que el vehículo permanece en el raíl horizontal. Si el accionador 230 de compuertas presente en el carro 200 se acopla con el accionador 190 presente en la compuerta, la compuerta 180 pivotará hacia arriba a una segunda posición, de modo que el carro girará y se desplazará descendiendo a lo largo del raíl vertical 130.

En el presente caso, los accionadores 190 presentes en las compuertas son superficies de accionamiento 192 móviles conectadas a la compuerta mediante un acoplamiento 195. La superficie de accionamiento 192 está montada en un brazo 193 pivotante. Para accionar la compuerta y moverla de la primera a la segunda posición, el accionador 230 de compuertas presente en el carro entra en contacto con la superficie de accionamiento 192. La superficie de accionamiento tiene un ángulo similar al de una rampa, de modo que a medida que el carro avanza hacia la compuerta, el accionador de compuertas presente en el carro se acopla con la superficie de accionamiento y desplaza progresivamente el brazo 193 hacia arriba. El brazo 193 está conectado a la compuerta 180 mediante un acoplamiento 195. Por consiguiente, cuando el brazo 193 pivota, la compuerta pivota también. De este modo, el accionador 230 presente en el carro se acopla con el accionador presente en la compuerta para mover la compuerta de la primera a la segunda posición.

Después de que el carro 200 pase por la compuerta, la compuerta puede configurarse para permanecer en la segunda posición hasta que sea accionada por el accionador de compuertas presente en el carro para volver a la primera posición. Sin embargo, en el presente caso, después de que el carro pase por la intersección 170, la compuerta 180 vuelve, automáticamente, a la primera posición. Pueden utilizarse variados elementos para desplazar automáticamente la compuerta a la primera posición. Por ejemplo, un elemento de desviación puede desviar el muelle hacia la primera posición. De modo alternativo, el accionador de compuertas puede estar dispuesto de manera que el peso del brazo 193 pivotante y la superficie de accionamiento 192 tiendan a pivotar el brazo hacia abajo, desplazando así la compuerta hacia la primera posición.

Por consiguiente, el accionador de compuertas 190 adyacente a la vía 110 funciona en respuesta a un accionador presente en el carro. De esta manera, el accionador de compuertas no se comunica con el controlador central. En lugar de eso, el controlador central se comunica con el carro para accionar, selectivamente, las compuertas 180 como se expone más adelante.

En la descripción anterior, el sistema 10 se describe como una pluralidad de zonas de almacenamiento 100. Sin embargo, debe entenderse que el sistema puede incluir diversos tipos de destinos, no simplemente ubicaciones de almacenamiento. Por ejemplo, en ciertas aplicaciones, el destino puede ser un dispositivo de salida que traslade artículos a otras ubicaciones. Según un ejemplo de dispositivo de salida, el sistema puede incluir una o más cintas transportadoras de salida que trasladen los artículos fuera de las ubicaciones de almacenamiento y a un sistema diferente de manipulación o procesamiento de materiales. Por ejemplo, una cinta transportadora de salida designada A podría transportar artículos a un centro de procesamiento designado A. Por lo tanto, si debe entregarse un artículo al centro de procesamiento A, el carro se desplazará a lo largo de la vía hasta la cinta transportadora de salida A. Una vez que el carro alcance la cinta transportadora de salida A, el carro se detendrá y transferirá el artículo a la cinta transportadora de salida A. La cinta transportadora de salida A trasladará, entonces, el artículo al centro de procesamiento A. Además, debe entenderse que el sistema puede configurarse para incluir una pluralidad de dispositivos de salida, tales como cintas transportadoras de salida.

En algunas realizaciones, el sistema puede incluir una pluralidad de cintas transportadoras de salida además de las ubicaciones de almacenamiento. En otras realizaciones, el sistema puede incluir solamente una pluralidad de dispositivos de salida, tales como cintas transportadoras, y el sistema se configura con el fin de clasificar los artículos para los diversos dispositivos de salida.

Vehículos de entrega

En referencia ahora a las Figs. 11-13, se describirán con mayor detalle los detalles de los vehículos de entrega 200. Cada vehículo de entrega es un carro semiautónomo que tiene un sistema de accionamiento de a bordo, que incluye una fuente de alimentación de a bordo. Cada vehículo incluye un mecanismo para cargar y descargar artículos para su entrega. Opcionalmente, cada vehículo también incluye un accionador de compuertas 230 con el fin de accionar selectivamente las compuertas 180 para permitir que el vehículo cambie de dirección selectivamente.

El carro 200 puede incorporar una variedad de mecanismos para cargar un artículo en el carro y descargar el artículo del carro en uno de los contenedores. Además, el mecanismo de carga/descarga 210 puede adaptarse de forma específica a una aplicación concreta. En el presente caso, el mecanismo de carga/descarga 210 comprende un elemento desplazable configurado para acoplarse con un artículo almacenado en una ubicación de almacenamiento 190 y tirar del artículo hacia el carro. De forma más específica, en el presente caso, el carro incluye un elemento desplazable configurado para moverse hacia un contenedor 15 en una ubicación de almacenamiento 100. Después de que el elemento desplazable se acople con el contenedor 15, el elemento desplazable se aleja de la ubicación de almacenamiento 100, tirando así del contenedor hacia el carro 200.

En referencia a la Fig. 11, en el presente caso, el mecanismo de carga/descarga 210 comprende una varilla o barra 212 desplazable. La barra 212 se extiende a lo ancho del carro 200 y ambos extremos están conectados con cadenas de transmisión 214 que se extienden a lo largo de los lados del carro. Un motor acciona las cadenas para desplazarlas selectivamente hacia o desde las ubicaciones de almacenamiento. Por ejemplo, cuando el carro se aproxima a una ubicación de almacenamiento para recuperar un contenedor 15, la cadena puede impulsar la barra hacia la ubicación de almacenamiento para que la barra se acople con una ranura o muesca en la parte inferior del contenedor. Entonces, la cadena retrocede de modo que la barra 212 se aleja de la ubicación de almacenamiento 100. Dado que la barra se acopla con la muesca del contenedor, a medida que la barra se aleja de la ubicación de almacenamiento, la barra tira del contenedor hacia el carro. De este modo, el mecanismo de carga/descarga 210 es operable para recuperar artículos de una ubicación de almacenamiento. De forma similar, para almacenar un artículo en una ubicación de almacenamiento 100, la cadena 214 del mecanismo de carga/descarga 210 impulsa la barra 212 hacia la ubicación de almacenamiento hasta que el artículo se encuentra en la ubicación de almacenamiento. El carro se mueve, entonces, hacia abajo para desacoplar la barra del contenedor 15, liberando así el contenedor.

De forma adicional, puesto que el sistema 10 incluye un conjunto de ubicaciones de almacenamiento 100 adyacentes a la parte delantera de la vía 110 y un conjunto similar de ubicaciones de almacenamiento adyacentes a la parte trasera de la vía, el mecanismo de carga/descarga 210 es operable para recuperar y almacenar artículos en el conjunto delantero y el conjunto trasero. De forma específica, como se muestra en la Fig. 11, el mecanismo de carga/descarga 210 incluye dos barras 212 separadas entre sí. Una barra es operable para acoplarse con contenedores en el conjunto delantero, mientras que la segunda barra es operable para acoplarse con contenedores en el conjunto trasero de las ubicaciones de

almacenamiento.

Como se explicó previamente, cada carro puede, también, incluir un accionador 230 de compuertas para accionar la compuerta pasando de una primera posición a una segunda posición con el fin de que el carro pueda cambiar de dirección mientras el carro se desplaza a lo largo de la vía. El accionador 230 puede ser cualquiera de una variedad de elementos configurados para acoplarse con un elemento correspondiente presente en la compuerta 180. En el presente caso, el accionador 230 de compuertas puede moverse selectivamente entre una primera posición y una segunda posición. En la primera posición, el accionador de compuertas está colocado de modo que evite el acoplamiento con la compuerta u otros elementos de acoplamiento a lo largo de la vía. En la segunda posición, el accionador 230 de compuertas es operable para acoplarse con un elemento correspondiente a lo largo de la vía con el fin de accionar la compuerta.

Por ejemplo, en el presente caso, el accionador 230 de compuerta comprende un pasador extensible. Como se muestra en la Fig. 12, en una primera posición, el pasador está retraído. En una segunda posición, el pasador se extiende hacia afuera alejándose del carro. En referencia a la Fig. 13, en la segunda posición, el pasador 230 es operable para acoplarse con un elemento correspondiente adyacente a la vía con el fin de accionar una de las compuertas. De forma específica, en la posición extendida, el pasador 230 queda hacia afuera de manera que el pasador puede acoplarse operativamente con el accionador de compuertas 190 que se encuentra en una posición adyacente a la compuerta. El pasador extendido 230 se acopla con la superficie de accionamiento 192, pivotando así el brazo 193 hacia arriba cuando el pasador empuja la superficie de accionamiento hacia arriba a medida que el carro se desplaza por la vía.

Los carros 200 incluyen accionadores 230 de compuertas adyacentes a cada rueda 220. Además, los cuatro accionadores de compuertas presentes en el carro están sincronizados para que los cuatro se extiendan y retraigan de forma sincronizada. De esta manera, el carro acciona las cuatro compuertas simultáneamente para cambiar de dirección horizontal a vertical. De forma específica, el carro 200 acciona dos compuertas en la parte superior de dos columnas verticales en la vía delantera 115 y dos compuertas en la parte superior de las dos columnas verticales en la vía trasera 120.

El carro puede tener un mecanismo de accionamiento independiente para accionar los accionadores de compuertas. Sin embargo, en el presente caso, los accionadores 230 de compuertas se accionan mediante el mecanismo de accionamiento para el mecanismo de carga/descarga. De forma más específica, cada accionador de compuertas 230 está conectado operativamente con la cadena 214. El accionador de compuertas 230 se extiende y retrae recíprocamente de forma similar a un brazo de manivela cuando se acciona la cadena de accionamiento 214. Además, cuando la barra 212 se encuentra en una posición inicial que corresponde a la carga de un artículo en el carro, el accionador de compuertas se encuentra en una posición retraída. Sin embargo, al accionar la cadena hacia adelante lo suficiente como para extender los accionadores de compuertas, la barra 212 se acerca o se aleja de la vía, pero no lo suficiente como para hacer que el contenedor sobrepase el vehículo. En otras palabras, la cadena 214 acciona los accionadores 230 de compuertas pero no desplaza el contenedor en el vehículo lo suficiente como para interferir con la vía 110, las compuertas 180 o los accionadores de compuertas 190 a lo largo de la vía.

El carro incluye cuatro ruedas 220 que se utilizan para transportar el carro a lo largo de la vía 110. Las ruedas 220 están montadas sobre dos ejes 215 paralelos y separados entre sí, de modo que dos de las ruedas están dispuestas a lo largo del borde delantero del carro y dos de las ruedas están dispuestas a lo largo del borde trasero del carro.

En referencia a las Figs. 10-11, cada rueda comprende un rodillo loco interior 224 y un engranaje exterior 222 que coopera con la superficie de accionamiento 156 de la vía. El rodillo loco 224 gira libremente con respecto a los ejes, mientras que el engranaje exterior está fijo con respecto al eje en el que está montado. De este modo, al girar el eje se hace girar el engranaje 222. Además, el rodillo loco está dimensionado para tener un diámetro ligeramente inferior a la distancia entre la pared superior 152 y la pared inferior 154 de la vía. De este modo, el rodillo loco puede girar libremente dentro de la vía, asegurando al mismo tiempo que el engranaje 222 de cada rueda permanezca en contacto operativo con la superficie de accionamiento (es decir, los dientes) 156 de la vía. Por consiguiente, cuando el vehículo se desplaza horizontalmente, los rodillos soportan el peso del carro, mientras que los engranajes 222 cooperan con la superficie de accionamiento 156 de la vía para impulsar el vehículo a lo largo de la vía.

El carro incluye un motor de a bordo para accionar las ruedas 220. De forma más específica, el motor de accionamiento está operativamente conectado con los ejes para rotar los ejes 215, que a su vez rotan los engranajes 222 de las ruedas. El sistema de accionamiento del carro puede configurarse para accionar el carro de forma sincrónica a lo largo de la vía. En el presente caso, el sistema de accionamiento está configurado para que cada engranaje se accione de forma sincrónica. De forma específica, cada engranaje 222 está conectado a un extremo de uno de los ejes de una manera que impide

sustancialmente la rotación del engranaje en relación con el eje. De este modo, cada eje acciona los dos engranajes fijos de forma sincrónica. Además, en el presente caso, ambos ejes se accionan de forma sincrónica, de modo que los cuatro engranajes se accionan de forma sincrónica. Existen varios mecanismos que pueden utilizarse para accionar sincrónicamente los ejes. Por ejemplo, pueden utilizarse dos motores de accionamiento para accionar los ejes, y los motores de accionamiento pueden sincronizarse. De forma alternativa, puede utilizarse un único motor de accionamiento para accionar ambos ejes. Cada eje puede incluir una polea de distribución conectada rígidamente al eje para evitar la rotación de la polea con respecto al eje. De modo similar, puede conectarse una polea de distribución al eje del motor. La correa de transmisión que conecte la polea de distribución del eje con el motor puede ser una correa de distribución de modo que la rotación del motor de accionamiento esté vinculada con total precisión a la rotación del eje. Aunque puede utilizarse una única correa de distribución para accionar ambos ejes de forma sincrónica, pueden conectarse dos poleas de distribución al eje del motor, y cada polea de distribución puede conectarse a una correspondiente polea de distribución en uno de los ejes.

El motor de accionamiento puede incluir un sensor que sea operable para detectar la rotación del motor y así determinar la distancia que el carro haya recorrido. Dado que los engranajes 222 están conectados rígidamente a los ejes, que a su vez están vinculados sincrónicamente al motor de accionamiento, la distancia hacia adelante que el carro recorre puede controlarse con exactitud para correlacionarla con la distancia que recorre el motor de accionamiento. Por lo tanto, la distancia que el carro haya recorrido a lo largo de la ruta determinada depende de la distancia por la que se rote el motor del carro.

Con el fin de detectar la rotación del motor de accionamiento, el motor puede incluir un sensor para detectar la cantidad de rotación del motor de accionamiento. Por ejemplo, el sensor 252 puede ser un sensor como el sensor Hall. El sensor detecta la rotación del motor y envía una señal al procesador central 450, que determina la distancia que el carro ha recorrido a lo largo de la ruta designada en función de la información conocida con respecto a la ruta y la rotación que el sensor detecte para el motor.

El carro 200 puede ser alimentado mediante una fuente de alimentación externa, como un contacto a lo largo del raíl que proporcione la energía eléctrica necesaria para accionar el carro. Sin embargo, en el presente caso, el carro incluye una fuente de alimentación de a bordo que proporciona la energía necesaria tanto para el motor de accionamiento como para el motor que acciona el mecanismo de carga/descarga 210. Además, en el presente caso, la fuente de alimentación es recargable. Aunque la fuente de alimentación puede incluir una fuente de energía, como una batería recargable, en el presente caso, la fuente de alimentación se compone de uno o más ultracondensadores. Los ultracondensadores pueden soportar un amperaje muy alto para recargarlos. Mediante el uso de una corriente alta, los ultracondensadores pueden recargarse en un tiempo muy corto, como unos pocos segundos o menos.

El carro incluye uno o más contactos para recargar la fuente de energía. En el presente caso, el carro incluye una pluralidad de escobillas, tales como escobillas de cobre que se cargan por resorte de modo que las escobillas están desviadas hacia el exterior. Las escobillas cooperan con un raíl de carga para recargar la fuente de energía, como se describe más adelante.

Por ejemplo, pueden disponerse dos raíles de carga debajo del raíl horizontal inferior 140. Los raíles de carga son tiras conductoras conectadas con un suministro eléctrico. Los contactos de carga del carro 200 se acoplan con las tiras conductoras para recargar los ultracondensadores. En concreto, el elemento de desviación de las escobillas las empuja hacia los contactos de carga. La electricidad que fluye a través del contacto de carga proporciona una fuente de alto amperaje y bajo voltaje que permite recargar los ultracondensadores en unos segundos o menos. Además, dado que la fuente de energía proporcionada por los ultracondensadores puede durar sólo unos minutos, el carro se recarga cada vez que se desplaza por la columna de carga.

Cada carro puede incluir un sensor de carga para detectar que se carga un artículo en el carro. El(los) sensor(es) garantiza(n) que el artículo esté colocado correctamente en el carro. Por ejemplo, el sensor de carga puede incluir un detector de fuerza que detecte un cambio de peso o un sensor de infrarrojos que detecte la presencia de un artículo.

Aunque el carro funciona en respuesta a señales recibidas desde el controlador central 450, que rastrea la ubicación de cada carro, el carro también puede incluir un lector para leer indicios a lo largo de la vía con el fin de confirmar la posición del carro. Por ejemplo, a cada ubicación de almacenamiento se le puede asignar un código de barras único, y el lector puede escanear la vía u otra zona alrededor de la ubicación de almacenamiento 100 en la que se vaya a entregar un artículo. Los datos de que dispone el procesador central sobre la trayectoria que debe seguir el carro y los datos sobre la distancia que ha recorrido el carro basados en los datos sobre la rotación del motor de accionamiento deberían ser suficientes para determinar si el carro 200 está situado en la ubicación de almacenamiento adecuada. No obstante, puede ser deseable volver a comprobar la ubicación del carro antes de que el artículo se descargue en la ubicación de almacenamiento adecuada. Por lo tanto, el escáner puede funcionar para

escanear y leer información relativa a la ubicación de almacenamiento en la que se detenga el carro. Si los datos escaneados indican que la ubicación de almacenamiento es la adecuada, entonces el carro descarga su artículo en la ubicación de almacenamiento. De modo similar, el carro puede tener un segundo lector para leer indicios en una posición adyacente al borde trasero del carro. El segundo lector puede utilizarse en aplicaciones en las que el sistema esté configurado para utilizar una primera serie de ubicaciones de almacenamiento 100 a lo largo de la parte delantera y una segunda serie de ubicaciones de almacenamiento a lo largo de la parte trasera de la vía 110, como se muestra en la Fig. 1.

En la descripción anterior, los carros tienen engranajes de transmisión que interactúan con dientes de la vía para guiar los carros por la vía. Además, como se describe más adelante en el apartado de funcionamiento, la ubicación del carro puede controlarse sobre la base de la información relativa a la distancia que el carro haya recorrido. En tales aplicaciones es deseable sincronizar las ruedas motrices del carro. Sin embargo, en algunas aplicaciones pueden utilizarse sistemas de control alternativos. Por ejemplo, la ubicación de los carros puede controlarse sobre la base de señales de sensores colocados a lo largo de la vía o indicadores colocados a lo largo de la vía. En tales casos, los carros pueden configurarse para utilizar un mecanismo de accionamiento que no sea síncrono como se ha descrito anteriormente.

Como se expone más adelante, el carro incluye, además, un procesador para controlar el funcionamiento del carro en respuesta a señales recibidas desde el procesador central 450. Además, el carro incluye un transceptor inalámbrico para que el carro pueda comunicarse continuamente con el procesador central mientras se desplaza a lo largo de la vía. De forma alternativa, en algunas aplicaciones, puede ser deseable incorporar una pluralidad de sensores o indicadores colocados a lo largo de la vía. El carro puede incluir un lector para detectar las señales de los sensores y/o los indicadores, así como un procesador central para controlar el funcionamiento del vehículo en respuesta a los sensores o indicadores.

Estación de *picking*

Como se ha descrito anteriormente, el sistema 10 está configurado para que los carros 200 recuperen artículos de las ubicaciones de almacenamiento 100 y transporten los artículos a la estación de *picking* 310. En referencia, ahora, a las Figs. 1 y 14-17, se describirá la estación de *picking* 310 con mayor detalle.

En un modo de funcionamiento, el sistema 10 se utiliza para recuperar artículos necesarios para cumplimentar un pedido. El pedido puede ser un pedido interno, como piezas necesarias en un proceso de fabricación de un departamento diferente, o puede tratarse de un pedido de un cliente que debe cumplimentarse y enviarse al cliente. En cualquier caso, el sistema recupera automáticamente los artículos de las zonas de almacenamiento y los entrega a la estación de *picking* para que un operario pueda coger la cantidad necesaria de un artículo de un contenedor. Una vez recogido el artículo del contenedor, el carro avanza para que avance el siguiente artículo necesario para el pedido. El sistema continúa de esta manera para que el operario pueda coger todos los artículos necesarios para un pedido.

En el presente caso, la estación de *picking* 310 está situada en un extremo del conjunto de ubicaciones de almacenamiento. Sin embargo, puede ser deseable incorporar múltiples estaciones de *picking* situadas a lo largo de la vía 110. Por ejemplo, puede situarse una segunda estación de *picking* en el extremo opuesto del conjunto de ubicaciones de almacenamiento. De forma alternativa, se pueden proporcionar múltiples estaciones de *picking* en un extremo.

En el presente caso, la estación de *picking* 310 está configurada de manera que el carro se desplaza hacia arriba para presentar su contenido al operario de modo que el operario pueda recuperar los artículos del contenedor 15 más fácilmente. En referencia a la Fig. 1, en la estación de *picking* la vía incluye una sección curvada 315 que se dobla hacia arriba y se aleja del operario. De este modo, el carro se desplaza hacia arriba y, entonces, se detiene a una altura que facilita al operario la retirada de artículos del contenedor. Una vez que el operario retira los artículos del contenedor, el carro se desplaza lateralmente alejándose del operario y verticalmente hacia el raíl horizontal superior 135.

El sistema puede configurarse para que los carros se inclinen en la estación de *picking* 310, facilitando así al operario la recuperación de los artículos del contenedor. Por ejemplo, cuando el carro se aproxima a la estación de *picking*, el controlador 450 puede controlar el carro para que el juego de ruedas traseras (desde la perspectiva de las Figs. 1 y 14) continúe accionándose después de que el juego de ruedas delanteras se detenga. Esto eleva el borde trasero del carro (desde la perspectiva del operario). Después de que el operario coja los artículos del contenedor, el juego de ruedas delanteras (en relación con el operario) se acciona primero, nivelando así el carro. Una vez nivelado, las cuatro ruedas se accionan de forma sincronizada.

Aunque los carros pueden inclinarse a través del control del funcionamiento de los carros, si las ruedas de

los carros se acoplan positivamente con elementos de accionamiento de la vía, como las ruedas dentadas 220 que engranan con dientes de la vía como se ha descrito anteriormente, las ruedas 220 pueden atascarse si las ruedas traseras se accionan a una velocidad diferente que las ruedas delanteras. Por lo tanto, en el presente caso, el sistema de vía puede modificarse de modo que la vía se mueva para inclinar el contenedor hacia el operario.

Haciendo referencia a las Figuras 14-17, se describirán con mayor información los detalles del sistema de vía en la estación de *picking* 310. Al final de las columnas de ubicaciones de almacenamiento, la vía se curva hacia fuera alejándose de las columnas verticales del sistema para formar la vía curvada 315 de la estación de *picking* 310. Las secciones de vía de la estación de *picking* incluyen secciones de vía delantera paralela 318a, 318b que soportan y guían el eje 215 delantero de los carros 200 y secciones de vía trasera paralela 320a, b que soportan y guían el eje 215 trasero de los carros. Las secciones de vía delantera 318a, b se extienden verticalmente hacia arriba y luego se curvan hacia las columnas verticales de ubicaciones de almacenamiento. Las secciones de vía trasera 320a, b son sustancialmente paralelas a las secciones de vía delantera 318a, b y se curvan de forma sustancialmente similar a las secciones de vía delantera 318 a, b. De este modo, las secciones de vía delantera y trasera guían a los carros para que éstos puedan mantener una orientación sustancialmente horizontal a medida que los carros se desplazan a lo largo de la vía curvada 315.

En el presente caso, las secciones de vía trasera 320a, b están configuradas de manera que se pueda elevar el eje trasero del carro 200 mientras el carro está parado en la estación de *picking* 310. Al elevar el eje trasero del carro 200, el contenedor del carro se inclina para presentar su contenido al operario y facilitar el proceso de *picking*. Se puede utilizar una variedad de mecanismos de elevación para elevar el eje trasero del carro mientras se mantiene el eje delantero del carro en una posición generalmente vertical y fija. Por ejemplo, se puede utilizar una variedad de accionadores o elementos de accionamiento para elevar las secciones de vía trasera 320a, b, tales como solenoides o pistones neumáticos. En el presente caso, una parte de las secciones de vía trasera 320a, b se accionan mediante un motor rotativo como se expone más adelante.

La siguiente exposición describe los detalles de las secciones de vía trasera 320a. La sección de vía trasera paralela 320b está configurada de forma sustancialmente similar a 320, de modo que las secciones de vía 320a, b se oponen entre sí para mantener el eje trasero del carro 200 en una orientación sustancialmente horizontal mientras el carro se desplaza a través de la estación de *picking* 310 y mientras el carro está detenido en la estación de *picking*.

La vía trasera 320 comprende una sección de vía fija 328 y una sección de vía móvil 324. La sección de vía móvil 324 puede desplazarse entre una posición inferior, como se muestra en la Fig. 15A, y una posición superior, como se muestra en la Fig. 15B. Aunque la vía móvil podría ser una única sección de vía recta con una anchura uniforme, en el presente caso, la vía móvil 324 comprende secciones superior e inferior en donde la sección inferior tiene una anchura completa y la sección superior tiene una anchura reducida 322. En el presente caso, la sección de anchura reducida es, aproximadamente, la mitad de la anchura de la sección inferior de la vía móvil 324, de modo que la sección superior 336 se denomina media vía móvil.

Una sección de vía fija superior 326 está montada fijamente en el extremo superior de la vía trasera 320 por encima de la porción de anchura reducida de la vía móvil. En el presente caso, la vía fija superior 326 tiene aproximadamente la mitad de la anchura de la vía fija inferior 328, por lo que dicha sección superior se denomina media vía fija 326. Como se muestra en la Fig. 15A, las vías fijas 326, 328 tienen dientes de accionamiento similares a las secciones de la vía 110 utilizadas en todo el sistema como se ha descrito anteriormente. La vía móvil 324 también tiene dientes de accionamiento espaciados y configurados de manera similar a la sección de vía fija.

Los dientes de la sección de media vía móvil 322 y de la sección de media vía fija están configurados de manera que cuando la media vía móvil 322 se desplaza hacia arriba situándose al lado de la media vía fija 326 como se muestra en la Fig. 15B, los dientes de la media vía móvil 322 se alinean con los dientes de la media vía fija 326 para formar una vía de ancho completo que tiene un ancho similar al ancho de los dientes de la vía fija inferior 328.

El sistema incluye un conjunto elevador de vía 330 para desplazar la media vía móvil 322 entre las posiciones superior e inferior, como se muestra en las Figs. 14-16. En el presente caso, el conjunto elevador de vía 330 incluye un motor rotativo, tal como un servomotor 332 que acciona reciprocamente la media vía móvil 322 hacia arriba y hacia abajo. De forma más específica, la vía móvil 324 está unida fijamente a una correa sin fin 336a introducida entre un par de poleas situadas por encima y por debajo de la vía móvil. Por ejemplo, la vía móvil se puede fijar a la correa 336a de elevación.

Aunque el motor 332 puede accionar directamente la correa de elevación 336a, el conjunto elevador de vía 330 puede incluir una o más correas de transmisión para reducir la velocidad angular y aumentar el

torque que proporciona el motor. En el presente caso, el conjunto elevador de vía incluye una primera correa de transmisión 333 accionada por el motor 332. El conjunto 330 también incluye una segunda correa de transmisión 334 accionada por la primera correa de transmisión 333, que acciona la correa de elevación 336a. En el presente caso, la primera y segunda correas de transmisión 333, 334 son correas de distribución.

Cuando se acciona el motor 332 en una primera dirección, las correas de transmisión 333, 334 accionan la correa de elevación 336a en una primera dirección para levantar la media vía móvil 322 a una posición elevada como se muestra en la Fig. 15B. Accionando el motor 332 en una dirección inversa o segunda dirección, las correas de transmisión 333, 334 accionan la correa de elevación en la dirección inversa para bajar la media vía móvil a la posición que se muestra en la Fig. 15A.

Aunque puede proporcionarse un segundo motor para accionar la vía móvil de la sección de vía trasera designada 320b en la Fig. 14, en el presente caso, el motor 332 acciona las secciones de vía móvil de ambas vías traseras 320a, b. La porción móvil de la vía trasera 320b está configurada de una manera sustancialmente similar a la vía móvil de la vía trasera 320a y está conectada fijamente a una correa de elevación 336b sustancialmente similar a la correa de elevación 336a descrita anteriormente. Para accionar las correas de elevación 336a, b sincrónicamente, un eje de transmisión 340 interconecta la correa de elevación 336b con la correa de elevación 336a como se muestra en las Figs. 16-17. De forma específica, la correa de transmisión 334 acciona el eje de transmisión 340, que a su vez acciona directamente las correas de elevación 336 a, b.

Como se muestra en las Figs. 14 y 17, el eje de transmisión 340 se extiende entre la vía trasera izquierda 320a y la vía trasera derecha 320b. En ciertos casos, puede ser deseable o necesario que el equipo de mantenimiento se mueva dentro del espacio entre la sección de la vía izquierda y la sección de la vía derecha. Por lo tanto, en el presente caso, el eje de transmisión puede extraerse fácilmente de entre las vías traseras 320a y 320b. De forma más específica, el eje de transmisión 340 comprende un eje alargado que se extiende entre un eje de mangueta que acciona la correa de elevación izquierda 336a y un eje de mangueta que acciona la correa de elevación derecha 336b. De forma adicional, en el presente caso, un enclavamiento de eje 342 fija rotacionalmente el eje a los ejes de mangueta que accionan las correas de elevación 336 a, b. El enclavamiento de eje puede conectarse de forma liberable de modo que el eje alargado puede separarse fácilmente de los ejes de mangueta. En el presente caso, puede accionarse manualmente un desbloqueo de enclavamiento para desconectar los enclavamientos de eje de modo que el eje pueda desconectarse de los ejes de mangueta. Por ejemplo, el desbloqueo de enclavamiento puede ser una perilla giratoria como se muestra en la Fig. 15A.

Configurada como se ha descrito anteriormente, la vía en la estación de *picking* 310 es operable para inclinar un carro 200 en la estación de *picking* de la siguiente manera. Cuando el carro entra en la estación de *picking*, el carro se desplaza parcialmente hacia arriba por las secciones de vía verticales 318a, b y 320a, b. Cuando el carro alcanza una predeterminada posición horizontal a lo largo de 318a, b y 320a, b, el controlador controla el carro para que se detenga a una altura predeterminada en la estación de *picking*. Cuando el carro se detiene en la estación de *picking* 310, el carro se encuentra en una orientación general o sustancialmente horizontal. En el presente caso, el carro se desplaza verticalmente hacia arriba hasta que las ruedas 220 traseras del carro 200 se acoplan con la sección inferior de la vía móvil 324 y el carro se detiene de modo que las ruedas 220 del carro se acoplan con la sección inferior de la vía móvil.

Una vez que el carro se detiene en la estación de *picking*, el controlador controla la operación del motor 332 para accionar el motor en la primera dirección, lo cual desplaza las vías móviles 324a, b hacia arriba a la posición mostrada en la Fig. 15B. Dado que las ruedas 220 traseras del carro 200 están acopladas con las vías móviles, el desplazamiento de la vía móvil hacia arriba desplaza las ruedas traseras del carro hacia arriba, elevando así el borde trasero del contenedor del carro hacia arriba. De este modo, el contenedor se inclina con respecto al horizonte para presentar el contenido del contenedor al operario de la estación de *picking*, de modo que el operario pueda recuperar los artículos del contenedor más fácilmente.

Una vez que el operario proporciona una señal al sistema para indicar que se recuperaron del contenedor los artículos apropiados, el sistema controla la vía para bajar el carro a una posición sustancialmente horizontal. De forma específica, el controlador controla el motor 332 para que el motor se accione en sentido inverso, accionando así la correa de elevación en sentido inverso para bajar las secciones de vías móviles 324a, b. Dado que las ruedas traseras 220 del carro están acopladas con las vías móviles 324a, b, el descenso de las vías móviles baja las ruedas traseras del carro hacia abajo hasta que el carro esté sustancialmente en posición horizontal.

Después de que las vías móviles se bajen a la posición baja que se muestra en la Fig. 15A, el controlador detiene el motor 332, lo que detiene el movimiento de las vías móviles. Mientras las vías móviles están en una posición estacionaria y el carro está en una posición sustancialmente horizontal, el carro sube por las

vías verticales de la estación de *picking* de manera que las ruedas traseras del carro suben por las vías móviles 324a, b y luego por la media vía fija 326 mientras el carro se encuentra en posición sustancialmente horizontal.

5 La estación de *picking* 310 puede incluir una pluralidad de elementos para mejorar la eficiencia de la estación de *picking*. Por ejemplo, la estación de *picking* puede incluir un monitor para mostrar información que ayude al operario. A medida que el carro se aproxima a la estación de *picking*, el sistema 10 puede mostrar información tal como cuántos artículos han de recogerse del contenedor para el pedido. Además, dado que el operario puede coger artículos para varios pedidos, el sistema puede mostrar para qué
10 pedido(s) se debe recoger el artículo, además de cuántos artículos se deben recoger para cada pedido. El sistema también puede mostrar información como cuántos artículos deben quedar en el contenedor después de que el operario coja el número apropiado de artículos del contenedor.

15 El sistema también puede incluir un sensor para detectar que un artículo ha sido retirado de un contenedor para que el carro pueda avanzar automáticamente y alejarse de la estación de *picking* después de que el operario coja los artículos. De modo similar, el sistema puede incluir un elemento accionable manualmente, como un botón, que el operario acciona después de recoger el número apropiado de artículos de un contenedor. Una vez que el operario acciona el botón, el sistema aleja el
20 contenedor de la estación de *picking*.

En la descripción anterior, se expone el sistema utilizándose para recuperar un número moderado de artículos que han de usarse para cumplimentar un pedido. El operario recoge los artículos de uno o más contenedores a medida que los contenedores se le van presentando al operario y éste aglomera los artículos, por ejemplo, colocándolos en un contenedor para su envío. De forma alternativa, en lugar de
25 aglomerar una pluralidad de artículos, el sistema puede incorporar una o más cintas transportadoras intermedias que trasladan los artículos fuera del sistema. El operario coloca los artículos recogidos en la cinta transportadora intermedia en el orden adecuado y la cinta transportadora o cintas transportadoras los sacan del sistema.

30 Funcionamiento

Después de que el operario retire el/los artículo(s) apropiado(s) de uno de los carros, el carro se aleja de la estación de *picking* 310. En concreto, el controlador de a bordo envía una señal para arrancar el motor de accionamiento. El motor de accionamiento hace girar los ejes, que a su vez hacen girar los engranajes
35 222 de las ruedas 220. Los engranajes 222 engranan con la superficie de accionamiento 156 de los raíles verticales para impulsar el carro hacia arriba. En concreto, los engranajes y las superficies de accionamiento engranan y funcionan como un mecanismo de piñón y cremallera, traduciendo el movimiento de rotación de las ruedas en movimiento lineal a lo largo de la vía 110.

40 A medida que el carro se aleja de la estación de *picking*, el sistema determina la ubicación de almacenamiento 190 donde debe devolverse el artículo que el carro lleve en ese momento, así como el siguiente artículo que el carro deba recuperar. Como se expone más adelante, determinar ambas cuestiones puede requerir un cálculo significativo. Sin embargo, dado que los carros ascienden columna arriba desde la estación de *picking*, no es necesario determinar el destino del carro hasta después de que
45 éste alcance la primera compuerta a lo largo del raíl superior 135. Si el sistema no es capaz de determinar a qué destino debe dirigirse el carro, éste puede, simplemente, dar una vuelta a la vía para volver a la estación de *picking* y reiniciar el proceso.

50 La siguiente exposición describe el funcionamiento del sistema asumiendo que la información del destino y la ruta del carro ya están determinados para el momento en que el carro alcanza el raíl superior 135.

Una vez que el controlador central 450 determina la ubicación de almacenamiento 100 adecuada para el artículo, se determina la ruta para el carro. De forma específica, el controlador central determina la ruta para el carro y comunica información al carro con respecto a la ubicación de almacenamiento en la que
55 debe entregarse el artículo. Entonces, el controlador central controla el funcionamiento del carro para accionar las compuertas a lo largo de la vía según sea necesario para dirigir el carro a la columna adecuada. Una vez que el carro llega a la columna adecuada, desciende por ella hasta la ubicación de almacenamiento apropiada. El carro se detiene en la ubicación de almacenamiento 100 adecuada y el controlador de a bordo envía una señal adecuada al carro para accionar la cadena 214, que hace avanzar la barra 212, llevando así el contenedor a la ubicación de almacenamiento apropiada
60

A medida que el carro 200 se desplaza a lo largo del raíl superior 135 y se aproxima a una columna, las compuertas de los raíles verticales 130 se controlan de la siguiente manera. Si el carro debe pasar por encima de la columna en su camino a la siguiente columna, las compuertas permanecen en la posición
65 cerrada, como se muestra en la Fig. 4. De forma específica, ambas compuertas en la parte superior de la columna están cerradas de manera que el anillo exterior 184 de la compuerta se alinea con la vía recta, y el anillo exterior se alinea con la superficie de accionamiento 156 de la vía 110. De esta manera, las

compuertas proporcionan una superficie de accionamiento recta que coopera con la superficie de accionamiento 156 para permitir que el carro se desplace por la columna.

Cuando el carro llega a una columna por la que debe bajar, las compuertas se controlan como sigue. En referencia a la Fig. 5, las columnas pueden verse sin los contenedores y sin la estación de *picking*. La vista de la Fig. 2 es desde la parte frontal del aparato 10, por lo que el carro se desplazará a lo largo del raíl superior de derecha a izquierda en la perspectiva de la Fig. 2. En la siguiente explicación, el carro debe llevarse a una ubicación de almacenamiento de la columna designada C en la Fig. 2. La columna C incluye dos pares de patas verticales. El primer par son las patas verticales delanteras y traseras 130c en el lado izquierdo de la columna C; el segundo par son las patas verticales delanteras y traseras 130d en el lado derecho de la columna C.

Para que el carro descienda por la columna C, las ruedas del lado izquierdo del carro descienden por las patas 130c y las ruedas del lado derecho descienden por las patas 130d. Por lo tanto, cuando el carro se aproxima a la columna C, las compuertas en la parte superior de 130d se desplazan a la posición cerrada de modo que las ruedas del lado izquierdo permanecen en el raíl superior y pasan por encima de las patas del lado derecho 130d. Después de que las ruedas del lado izquierdo del carro pasen por encima de las patas derechas 130c, las compuertas 180 de la parte superior de las patas derechas 130d se desplazan a la posición abierta de modo que las ruedas del lado derecho puedan girar y descender por las patas 130d. De forma específica, después de que las ruedas del lado izquierdo pasen por las patas derechas 130d, el accionador de compuertas 230 del eje derecho del vehículo hace contacto con el accionador 190 en la compuerta 180 para desplazar las compuertas a la posición abierta, como se muestra en la Fig. 9 (nótese que la vista en la Fig. 9 está tomada desde el lado trasero del aparato de modo que la perspectiva de las compuertas está invertida en relación con el lado delantero). Las compuertas 180 bloquean la trayectoria recta a través de la intersección 170 y el anillo interior curvo 182 de las compuertas dirige las ruedas del lado derecho hacia abajo por las patas verticales 130d. De modo similar, las compuertas 180 en la parte superior de las patas laterales izquierdas 130c se desplazan a la posición abierta para dirigir las ruedas laterales izquierdas hacia abajo por las patas verticales 130c.

Cuando el carro se aproxima a las intersecciones en la parte inferior de las patas 130c y 130d, las compuertas funcionan de manera similar a la descripción anterior, pero a la inversa. De forma específica, a medida que el carro se aproxima a las intersecciones 170 en la parte inferior de las patas 130c y 130d, las compuertas 180 en las intersecciones se desplazan a la posición abierta de manera que las compuertas dirigen las ruedas delanteras y direccionales para que giren y desciendan al raíl inferior. Desde la perspectiva de la Fig. 2, el carro se desplaza de izquierda a derecha tras alcanzar el raíl inferior. Después de que el carro atraviese las intersecciones en la parte inferior de los raíles 130c, 130d, las compuertas en la parte inferior de los raíles del lado derecho 130d se desplazan a la posición cerrada antes de que las ruedas del lado izquierdo del carro alcancen la intersección en la parte inferior de las patas del lado derecho 130d. De esta manera, las ruedas del lado izquierdo del carro atraviesan directamente la intersección en la parte inferior de los raíles 130d a lo largo del raíl inferior 140.

Una de las ventajas del sistema descrito anteriormente es que la orientación de los carros no cambia sustancialmente cuando los carros pasan de desplazarse horizontalmente (a lo largo de los raíles superiores o inferiores) a verticalmente (bajando por una de las columnas). De forma específica, cuando un carro se desplaza horizontalmente, las dos ruedas dentadas delanteras 220 cooperan con el raíl horizontal superior o inferior 135 o 140 de la vía delantera 115, y las dos ruedas dentadas traseras 220 cooperan con el correspondiente raíl superior o inferior 135 o 140 de la vía trasera 120. Cuando el carro atraviesa una compuerta y luego una columna, las dos ruedas dentadas delanteras se acoplan con un par de patas verticales 130 en la vía delantera 115, y las dos ruedas dentadas traseras se acoplan con las correspondientes patas verticales de la vía trasera 120. Debe tenerse en cuenta que cuando se afirma que la orientación de los carros con respecto al horizonte no cambia, esto se refiere al desplazamiento de los vehículos alrededor de la vía. Aunque los carros puedan inclinarse con respecto al horizonte en la estación de *picking*, se sigue considerando que los carros permanecen en una orientación generalmente constante con respecto al horizonte cuando los carros se desplazan por la vía 110.

A medida que el carro se desplaza de los raíles horizontales a las columnas verticales o de vertical a horizontal, los raíles permiten que las cuatro ruedas dentadas se sitúen a la misma altura. De este modo, cuando el carro se desplaza a lo largo de la vía, no se inclina ni se ladea al pasar de un movimiento horizontal a otro vertical. Además, puede ser deseable configurar los carros con un solo eje. En tal configuración, el carro estaría orientado generalmente en vertical en contraposición a la orientación generalmente horizontal de los carros descritos anteriormente. En la configuración de un solo eje, el peso de los carros mantendría la orientación de los mismos. Sin embargo, cuando se utiliza un carro de un solo eje, la orientación de las ubicaciones de almacenamiento tendría que reconfigurarse para acomodarse a la orientación vertical de los carros.

Control del tráfico

Dado que el sistema incluye varios carros 200, el sistema controla el funcionamiento de los diferentes carros para asegurar que los carros no choquen entre sí. En la siguiente exposición, esto se denomina control del tráfico.

5 Se pueden utilizar diversas metodologías para el control del tráfico. Por ejemplo, el control del tráfico puede ser un sistema distribuido en el que cada carro supervise su posición en relación con los carros adyacentes y el controlador de a bordo controle el carro en función de esto. Un ejemplo de este tipo de sistema utiliza sensores de proximidad en cada carro. Si el sensor de proximidad de un carro detecta un carro a una distancia predefinida por delante del carro, el controlador de a bordo del carro de cola puede controlar el carro reduciendo la velocidad o deteniendo el carro de cola. De modo similar, si un carro detecta un carro dentro de una distancia predefinida detrás del carro, el carro de cabeza puede acelerar a menos que el carro de cabeza detecte un carro por delante de él dentro de la distancia predefinida. De este modo, los carros pueden controlar su velocidad de forma independiente en función de la información obtenida por los sensores de proximidad.

15 Aunque el sistema puede utilizar un sistema distribuido para el control del tráfico, en el presente caso, el sistema utiliza un sistema centralizado para el control del tráfico. De forma específica, el controlador central 450 rastrea la posición de cada carro 200 y proporciona señales de control del tráfico a cada carro en función de la posición de cada carro en relación con los carros adyacentes y en función de la ruta de cada carro.

20 En el presente caso, el controlador central 450 funciona como controlador del tráfico, comunicándose continuamente con los carros mientras éstos se desplazan a lo largo de la vía 110. Para cada carro, el controlador central determina la distancia que cada carro puede recorrer y comunica esta información a los carros. Por ejemplo, si el carro B está siguiendo al carro A por la vía, y el carro A está en el punto A, el carro B puede desplazarse con seguridad hasta un punto justo antes del punto A sin chocar con el carro A. Cuando el carro A avanza por la vía hasta un punto B posterior, el carro B podrá desplazarse con seguridad hasta un punto justo antes del punto B sin chocar con el carro A.

25 Los carros se comunican continuamente con el controlador central para proporcionar información indicativa de sus posiciones, de modo que el controlador central puede actualizar continuamente las distancias de seguridad para cada carro a medida que los carros avanzan alrededor de la vía.

30 Aunque la exposición anterior se limita a determinar zonas seguras en función de las posiciones de los distintos carros en la vía, la determinación de zonas seguras se basa en otros factores que afectan al tráfico. Por ejemplo, al calcular la distancia de seguridad de un carro, el controlador central tiene en cuenta la distancia entre el carro y la siguiente compuerta, así como la distancia hasta la ubicación de almacenamiento de destino del carro.

35 Como se desprende de lo anterior, al aumentar la frecuencia de comunicación entre los carros y el controlador central aumenta la eficiencia del flujo de tráfico a lo largo de la vía. Por lo tanto, en el presente caso, el control del tráfico está diseñado para tener una comunicación con los carros por cada pulgada que el carro se desplace por la vía. Por consiguiente, si un carro se desplaza a 25 pulgadas por segundo, el controlador central se comunica con el carro cada 40 ms. Además, es deseable que los carros se desplacen a una velocidad de hasta 50 pulgadas/segundo. Por lo tanto, es deseable configurar las comunicaciones para permitir que los carros se comuniquen con el controlador central cada 20 ms.

40 Además de las variables anteriores utilizadas para calcular las distancias de seguridad, se utiliza información relativa al perfil de la vía que se encuentra por delante de cada carro para calcular las distancias de seguridad. Por ejemplo, el controlador central determina si la trayectoria que hay por delante de un carro es de movimiento lateral, de movimiento ascendente (es decir, movimiento vertical hacia arriba) o descendente (es decir, movimiento vertical hacia abajo).

45 Uno de los problemas en el control del tráfico está relacionado con las incorporaciones en las intersecciones 170. El problema surge cuando un carro debe incorporarse al rail de retorno 140. Si dos carros van a llegar a la intersección a tan poca distancia el uno del otro como para colisionar, uno de los carros debe tener prioridad y el otro carro debe esperar o reducir la velocidad para permitir que el primer carro pase.

50 Un primer método para controlar el tráfico de incorporación se basa en determinar el siguiente hueco con espacio suficiente para que un carro tenga tiempo de atravesar una intersección sin colisionar con otro carro. En otras palabras, si un primer carro se aproxima a una intersección y se determina que el espacio entre el primer carro y un segundo carro no es suficiente para que el primer carro pase, el primer carro debe esperar en la intersección hasta que haya un hueco con espacio suficiente para permitir que el primer carro pase.

55 Un segundo método para controlar el tráfico de incorporación se basa en determinar qué carro está más

cerca del sensor de autoguiado en la estación de *picking* 310. El carro con la distancia más corta al sensor de autoguiado tiene prioridad en la intersección.

Otro factor que el controlador del tráfico tiene en cuenta al calcular las distancias de seguridad se refiere a la posición de los carros en columnas adyacentes. En el presente caso, la mayoría de las columnas adyacentes comparten un raíl vertical común. Por ejemplo, en la Fig. 5, la columna de la izquierda utiliza los raíles verticales 130a y 130b. La columna contigua a la columna de la izquierda utiliza los raíles verticales 130b y 130c.

Sin embargo, en el presente caso, algunas de las columnas pueden tener dos raíles verticales 130 que sean independientes de las columnas adyacentes. Por ejemplo, la columna de carga 300 tiene dos raíles independientes que no se comparten con la columna adyacente. Por lo tanto, los carros pueden subir por la columna de carga sin tener en cuenta la posición de los carros en la columna contigua a la columna de carga. Además, como se muestra en la Fig. 5, puede ser deseable configurar la columna contigua a la columna de carga de modo que también tenga dos raíles verticales independientes. De esta manera, los carros pueden desplazarse de manera más libre hacia arriba por la columna de carga y hacia abajo por la columna adyacente para crear un ciclo intermedio como se ha descrito anteriormente.

Por consiguiente, cuando se calculan las distancias de seguridad, el controlador del tráfico evalúa la posición de los carros en columnas adyacentes si los carros comparten un raíl vertical común para asegurar que los dos carros no colisionen cuando el carro descienda por las columnas adyacentes.

Otro aspecto del control del tráfico se refiere a cómo se secuencian los carros para recuperar artículos para un pedido o una serie de pedidos. De forma específica, con el fin de cumplimentar los pedidos eficientemente, los artículos deben entregarse a la estación de *picking* en una secuencia que corresponda al orden de los artículos según lo que uno o más pedidos requieran. De forma específica, si un pedido requiere artículos individuales almacenados en cuatro ubicaciones distintas, es deseable recuperar los artículos de modo que los carros entreguen los artículos a la estación de *picking* generalmente al mismo tiempo de modo que puedan recogerse y usarse los artículos para cumplimentar el pedido. Por consiguiente, el controlador central 450 calcula la secuencia para asignar artículos a una serie de carros que se utilizarán para cumplimentar un pedido.

A modo de ejemplo, la próxima exposición describe los pasos que sigue el sistema para cumplimentar un pedido de cuatro artículos distintos almacenados en cuatro ubicaciones de almacenamiento distintas. El sistema 10 asignará cada uno de los cuatro artículos a uno de los cuatro carros de la siguiente manera.

El controlador central 450 calcula el tiempo teórico que tardarán los carros en recuperar cada artículo de un pedido. De forma específica, para cada uno de los artículos de un pedido, el controlador central calcula el tiempo teórico que tardará un carro en desplazarse desde la estación de *picking* a la ubicación de almacenamiento donde se almacena el artículo y, luego, desde la ubicación de almacenamiento de nuevo a la estación de *picking*. Aunque las estimaciones pueden basarse en el tráfico que circule por la vía, en el presente caso, las estimaciones se calculan como si no hubiera tráfico en la vía. Una vez calculadas las estimaciones para cada artículo de un pedido, el controlador central 450 asigna los artículos a una serie de carros para intentar que los carros regresen al mismo tiempo aproximadamente.

Por ejemplo, en un pedido de cuatro artículos, el primer artículo puede ser el que esté más cerca de la estación de *picking* y el último artículo puede ser el que esté más lejos de la estación de *picking*, con el segundo y tercer artículos en medio. Por consiguiente, puede asignarse al primer carro la recuperación del cuarto artículo, ya que será el que más tiempo tarde en recuperarse. Al segundo y tercer carros se les puede asignar el segundo y tercer artículos del pedido, y al cuarto carro se le puede asignar el primer artículo del pedido, ya que tardará menos tiempo en recuperarlo. De este modo, el sistema controla la secuencia de asignación de carros para recuperar los artículos con el fin de aumentar la probabilidad de que los carros vuelvan a la estación de *picking* como una serie de carros consecutivos que transportan los artículos del pedido. En algunas aplicaciones es deseable controlar la secuencia de los carros para que éstos lleguen a la estación de *picking* en la secuencia exacta que se necesita para un pedido (es decir, el primer artículo primero, el segundo después, etc.). Sin embargo, en muchas aplicaciones basta con que los carros lleguen en una secuencia de carros continuos que contengan artículos del pedido (es decir, cuatro carros que contengan los artículos del pedido sin ningún carro entre los cuatro carros que contenga artículos de otros pedidos).

Aunque la descripción anterior expone el hecho de asignar tareas de la recuperación a una serie de carros de modo que los carros vuelvan en una secuencia de carros para cumplimentar un pedido, debe entenderse que la estación de *picking* se puede configurar de modo que el operario pueda, simultáneamente, coger artículos para más de un pedido. Por lo tanto, el sistema puede mejorar, aún más, el flujo de carros y la sincronización de la recuperación para que los carros devuelvan artículos de múltiples pedidos. En esencia, en lugar de considerar los artículos para un solo pedido y asignar los carros que recuperen los artículos para ese pedido antes de asignar los carros para el siguiente pedido, el

sistema puede considerar los artículos para dos pedidos en total y asignar los carros para todos los artículos de una pluralidad de pedidos (como dos o tres) como si los artículos fueran para un solo pedido y asignar los carros en función de esto. Cuando los carros regresan con los artículos, el sistema puede, entonces, indicar al operario a qué pedido corresponde el artículo, por ejemplo, proporcionando un indicador en la pantalla de la estación de *picking*.

Asimismo, además de la secuenciación básica descrita anteriormente, el sistema puede controlar aún más el funcionamiento de los carros para aumentar la probabilidad de que los carros lleguen a la estación de *picking* como una secuencia consecutiva de artículos para un pedido. De forma específica, después de que un carro recupere un artículo, el sistema calcula una estimación del tiempo necesario para volver a la estación de *picking*. Esta estimación de tiempo, normalmente, diferirá de la estimación de tiempo calculada previamente debido al tráfico a lo largo de la vía que pueda retrasar al carro. La hora estimada de llegada se compara, entonces, con la hora estimada de llegada de los demás artículos del pedido. Si la hora de llegada del carro es demasiado temprana en relación con otros carros que deban recuperar artículos para el pedido, el sistema puede retrasar el carro según sea necesario para controlar la secuencia de llegada. De manera adicional, la hora de llegada puede actualizarse continuamente a medida que el carro se desplace a lo largo de la vía, de modo que el sistema pueda controlar selectivamente el movimiento de los carros para retrasarlos según sea necesario para controlar la secuencia de llegada a la estación de *picking* 310. Además, como se describió anteriormente, aunque la exposición describe el control de la secuencia de artículos para un pedido en particular, el sistema puede agregar los artículos en más de un pedido si el operario es capaz de recoger artículos para una pluralidad de pedidos en paralelo en lugar de en estricta secuencia por cada pedido.

Como se ha descrito anteriormente, el sistema asigna la secuencia de artículos asignados a los vehículos en función del tiempo estimado para recuperar un artículo. Sin embargo, debe entenderse que, normalmente, cuando un carro abandona la estación de *picking*, el carro transporta un artículo que debe devolverse a una de las ubicaciones de almacenamiento. Por lo tanto, el tiempo de recuperación de un nuevo artículo puede incluir el tiempo que se tardará en devolver el artículo antes de que el carro pueda recoger el siguiente artículo.

En una realización, el sistema puede tener una manera generalmente rígida de definir la ubicación donde se almacena un artículo en particular. Bajo tal método de operación, un artículo en particular se almacena en una o más ubicaciones de almacenamiento definidas, y después de que dicho artículo se recupere y se entregue a la estación de *picking*, el carro vuelve a la misma ubicación de almacenamiento de donde se recuperó el artículo (o a una de una pluralidad de ubicaciones definidas para recibir dichos artículos). Sin embargo, el hecho de devolver un artículo a la misma ubicación de almacenamiento de donde se recuperó puede aumentar el tiempo necesario para recuperar un nuevo artículo, ya que el nuevo artículo puede estar situado lejos de donde se encontraba el artículo anterior antes de que se recuperara.

Por consiguiente, al asignar la secuencia de artículos a los carros, el sistema puede tener en cuenta el tiempo que se tarda en devolver un artículo a su ubicación de almacenamiento original y luego desplazarse a la ubicación del nuevo artículo. De forma alternativa, en lugar de devolver un artículo a la ubicación de almacenamiento de la que se recuperó, el sistema puede buscar la ubicación de almacenamiento libre más cercana al siguiente artículo que el carro deba recuperar. El carro puede, entonces, descargar el artículo en la ubicación de almacenamiento libre antes de desplazarse a la ubicación de almacenamiento donde recuperar el siguiente artículo. El controlador central entonces, almacena la ubicación de la nueva ubicación de almacenamiento para que los artículos puedan recuperarse cuando sea necesario. De este modo, el sistema puede reasignar, continuamente, la ubicación de almacenamiento de los artículos a medida que éstos se devuelven a ubicaciones de almacenamiento. Con el fin de aumentar la probabilidad de que una ubicación de almacenamiento libre esté próxima al siguiente artículo a recuperar, en el presente caso, el conjunto de ubicaciones de almacenamiento se asigna de forma que haya más ubicaciones de almacenamiento que artículos que almacenar. Por ejemplo, cada columna del conjunto puede tener una o más ubicaciones de almacenamiento vacías. Sin embargo, el número de ubicaciones de almacenamiento vacías en una columna puede fluctuar a medida que van recuperando y devolviendo artículos.

En la exposición anterior, la entrega de artículos se describió en relación con un conjunto de ubicaciones de almacenamiento dispuestas en la parte frontal de la estación de clasificación. Sin embargo, como se ilustra en la Fig. 1, el número de ubicaciones de almacenamiento del sistema se puede duplicar colocando un conjunto trasero de ubicaciones de almacenamiento en la parte trasera de la estación de clasificación. De este modo, los carros pueden entregar artículos a las ubicaciones de almacenamiento de la parte delantera de la estación de clasificación desplazándose hasta la ubicación de almacenamiento y accionando, entonces, el mecanismo de carga/descarga 210 para descargar el artículo en la ubicación de almacenamiento delantera. De forma alternativa, los carros pueden entregar artículos a ubicaciones de almacenamiento en la parte trasera de la estación de clasificación desplazándose a la ubicación de almacenamiento y accionando, entonces, el mecanismo de carga/descarga 210 hacia atrás para descargar el artículo en la ubicación de almacenamiento trasera.

De forma adicional, el sistema 100 es modular y puede ampliarse según sea necesario acoplado una sección adicional al extremo izquierdo del conjunto de ubicaciones de almacenamiento 100. Además, aunque lo anterior describe el conjunto de ubicaciones de almacenamiento como un conjunto esencialmente bidimensional en el que los carros simplemente se desplazan en las direcciones X e Y, el sistema puede ampliarse para añadir "tramos" adicionales de vía. De forma específica, puede conectarse a la estación de clasificación un conjunto aislado de ubicaciones paralelas o perpendiculares a la estación de clasificación ilustrada en la Fig. 1. De este modo, el carro se desplazaría en una tercera dimensión con respecto a las direcciones X e Y de la estación de clasificación ilustrada en la Fig. 1. Por ejemplo, pueden conectarse tramos adicionales de vía a la estación de clasificación ilustrada en la Fig. 1 perpendicularmente a la estación de clasificación ilustrada, de modo que la vía adicional forme una L que intersecte la columna de carga. En una configuración de este tipo, las compuertas dirigen selectivamente los carros para bajar por el raíl superior 135 o hacia atrás, hacia el raíl adicional. De modo similar, una pluralidad de filas paralelas de ubicaciones de almacenamiento pueden interconectarse de modo que los carros se desplacen selectivamente a lo largo de un raíl transversal hasta que el carro alcance la fila apropiada. Entonces, el carro se desplaza bajando por la fila hasta alcanzar la columna adecuada, tal como se ha descrito anteriormente.

Los expertos en la materia reconocerán que pueden introducirse cambios o modificaciones en las realizaciones descritas anteriormente sin apartarse de los amplios conceptos inventivos de la invención. Por ejemplo, en la descripción anterior, el sistema utiliza una comunicación inalámbrica entre los carros y el controlador central. En una realización alternativa, puede instalarse una línea de comunicación en la vía y los carros pueden comunicarse con el controlador central a través de un enlace de comunicación por cable.

ESTACIÓN DE ENTRADA

Se puede proporcionar una estación de entrada 350 para almacenar nuevos artículos en el sistema o para reabastecer las ubicaciones de almacenamiento a medida que se utilizan los artículos para cumplimentar pedidos. Se puede utilizar una variedad de mecanismos para almacenar artículos en el sistema 10. Por ejemplo, se pueden colocar zonas de entrada en los raíles verticales que se alejan de la estación de *picking* 310. La zona de entrada sería similar a las ubicaciones de almacenamiento 100 de modo que un vehículo pueda desplazarse a la zona de entrada y recuperar los nuevos artículos de la misma manera que el vehículo recupera artículos de la zona de almacenamiento durante el funcionamiento normal. Sin embargo, la zona de entrada interactuaría con una cinta transportadora u otro mecanismo desde el exterior de la vía 110, para cargar artículos en la zona de entrada. De forma adicional, la estación de entrada 350 puede incluir una pluralidad de zonas de entrada. Por ejemplo, pueden colocarse tres zonas de entrada a lo largo del raíl vertical, con las tres ubicaciones de entrada situadas una encima de la otra. De este modo, se puede utilizar una pluralidad de ubicaciones de entrada para cargar artículos en los carros 200 con el fin de reabastecer artículos en el sistema 10. Si se utiliza una pluralidad de ubicaciones de entrada, preferiblemente, cada ubicación de entrada funciona en conexión con un mecanismo de entrada para cargar artículos en las ubicaciones de entrada.

La estación de entrada 350 se comunica con y puede controlarse mediante el controlador central 450. Por ejemplo, la estación de entrada 350 puede incluir un escáner u otro mecanismo de entrada para escanear un elemento de identificación, tal como un código de barras en los nuevos artículos que deban almacenarse en el sistema. De forma alternativa, un operario puede identificar los artículos en la estación de entrada e introducir información identificativa en el sistema a través de una interfaz de operario, como un teclado o una pantalla táctil. De este modo, el sistema puede identificar automáticamente los nuevos artículos de stock o un operario puede introducir información en el sistema manualmente o puede utilizarse una combinación de entrada de datos automática y manual.

En la descripción anterior, el sistema se describe como si tuviera una única estación de entrada 350. Sin embargo, puede ser deseable incorporar una pluralidad de estaciones de entrada posicionadas a lo largo del sistema 10. Mediante el uso de una pluralidad de estaciones de entrada, puede aumentarse la velocidad de alimentación de artículos de reabastecimiento o de adición de nuevos artículos. Además, las estaciones de entrada pueden configurarse para procesar diferentes tipos de artículos. De este modo, cada estación de entrada podría configurarse para procesar eficientemente una categoría de artículos en particular.

Por lo tanto, debe entenderse que esta invención no se limita a las realizaciones particulares descritas en el presente documento, sino que pretende incluir todos los cambios y modificaciones que están dentro del alcance de la invención tal como se establece en las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Método que controla un sistema de manipulación de materiales (10)

que tiene una pluralidad de ubicaciones de almacenamiento (100), una vía (110) adyacente a las ubicaciones de almacenamiento en donde la vía incluye una pluralidad de secciones verticales y horizontales interconectadas, y una pluralidad de vehículos (200) para entregar artículos a las ubicaciones de almacenamiento (100) o recuperar artículos de las ubicaciones de almacenamiento (100), que comprende los pasos de:

impulsar uno de los vehículos (200) por la vía (110) a lo largo de una trayectoria continua que cambia de una dirección horizontal a una dirección vertical, en donde el vehículo (200) transporta un primer artículo que el vehículo (200) ha recuperado de una primera ubicación de almacenamiento (100);

identificar una segunda ubicación de almacenamiento en la que el vehículo (200) debe recuperar un segundo artículo;

identificar una ubicación de almacenamiento (100) disponible para recibir el primer artículo, en donde el paso de identificar una ubicación de almacenamiento (100) disponible para recibir el primer artículo comprende minimizar la distancia de desplazamiento a lo largo de la vía (110) entre la ubicación de almacenamiento (100) identificada para recibir el primer artículo y la ubicación de almacenamiento (100) donde se encuentra el segundo artículo;

impulsar el vehículo (200) a lo largo de la vía (110) hasta la ubicación de almacenamiento (100) identificada como disponible para recibir el primer artículo;

transferir el primer artículo a la ubicación de almacenamiento (100) identificada como disponible para recibir el primer artículo, en donde el paso de transferir el primer artículo comprende accionar un mecanismo de transferencia (210) del vehículo (200); impulsar el vehículo a lo largo de la vía (110) hasta la ubicación de almacenamiento en la que se encuentra el segundo artículo después de que el vehículo (200) descargue el primer artículo;

transferir el segundo artículo al vehículo (200) y transportar el segundo artículo a una ubicación de salida, en donde el paso de transferir el segundo artículo comprende accionar el mecanismo de transferencia (210) del vehículo (200) para tirar del artículo hacia el vehículo;

transferir el segundo artículo desde el vehículo (200) a la ubicación de salida.

2. El método de la reivindicación 1 en donde el paso de identificar una ubicación de almacenamiento (100) disponible para recibir el primer artículo comprende identificar la ubicación de almacenamiento disponible más cercana a la segunda ubicación de almacenamiento.

3. El método de las reivindicaciones 1 ó 2 que comprende la etapa de almacenamiento de datos relativos a la ubicación de la ubicación de almacenamiento identificada para recibir el primer artículo, de modo que el primer artículo pueda recuperarse posteriormente.

4. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-3 en donde la ubicación de almacenamiento identificada para recibir el primer artículo es diferente de la primera ubicación de almacenamiento.

5. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-4 en donde el paso de impulsar el vehículo (200) hasta la ubicación de almacenamiento (100) identificada como disponible para recibir el primer artículo comprende impulsar el vehículo (200) de modo que el vehículo (200) se desplace en una primera dirección a lo largo de un tramo de la vía (110) mientras el vehículo (200) se desplace hasta la ubicación de almacenamiento (100) identificada para recibir el primer artículo, y en donde el paso de impulsar el vehículo (200) hasta la ubicación de almacenamiento en la que se encuentra el segundo artículo comprende impulsar el vehículo (200) de modo que el vehículo (200) se desplace en una segunda dirección, opuesta a la primera dirección, a lo largo del tramo de la vía mientras el vehículo (200) se desplace hasta la segunda ubicación de almacenamiento.

6. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-5 en donde la etapa de impulsar el vehículo (200) hasta la zona de almacenamiento (100) identificada como disponible para recibir el primer artículo comprende la etapa de cambio de la dirección de desplazamiento de una dirección generalmente horizontal a una dirección generalmente vertical.

7. El método de la reivindicación 6 que comprende una etapa de mantenimiento de la orientación general del vehículo (200) con respecto al horizonte a medida que el vehículo (200) cambia la dirección de desplazamiento de la dirección horizontal a la vertical.

8. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-7 en donde el paso de accionar el mecanismo de transferencia (210) comprende accionar una varilla o barra (212) que se extiende a lo ancho del vehículo (200) y que tiene dos extremos de la varilla o barra (212) conectados a cadenas de transmisión (214) que se extienden a lo largo de los laterales del vehículo (200).

9. Un sistema de manipulación de materiales (10), que comprende:

- 5 una pluralidad de ubicaciones de almacenamiento (100) dispuestas en una serie de filas o columnas;
 una vía (110) adyacente a las ubicaciones de almacenamiento (100), en donde la vía incluye una pluralidad de secciones verticales y horizontales interconectadas;
 una pluralidad de vehículos (200) para entregar artículos a las ubicaciones de almacenamiento (100) o recuperar artículos de las ubicaciones de almacenamiento (100), en donde cada vehículo (200) comprende un motor de a bordo para impulsar el vehículo (200) a lo largo de la vía (110) hacia o desde una de las ubicaciones de almacenamiento (100);
 10 un controlador (450) para controlar independientemente cada vehículo (200), en donde el controlador (450) está configurado para controlar uno de los vehículos (200) que transporta un primer artículo que el vehículo (200) ha recuperado de una primera ubicación de almacenamiento y entregado a una estación de salida;
 15 en donde cada uno de la pluralidad de vehículos (200) comprende un mecanismo de transferencia (210) para transferir artículos desde el vehículo (200) a las ubicaciones de almacenamiento (100), en donde el mecanismo de transferencia (210) también está configurado para ser operable para transferir artículos desde las ubicaciones de almacenamiento (100) a los vehículos (200);
 20 en donde el mecanismo de transferencia (210) comprende un elemento desplazable (212) configurado para acoplarse con un artículo almacenado en una de las ubicaciones de almacenamiento (100) y tirar del artículo hacia el vehículo (200); y
 caracterizado porque
 25 el controlador (450) está configurado para hacer que el sistema de manipulación de materiales ejecute los pasos del método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.

30 10. El sistema de la reivindicación 9 en donde el controlador (450) está configurado para almacenar datos relativos a la ubicación de la ubicación de almacenamiento (100) identificada para recibir el primer artículo, de modo que el primer artículo pueda recuperarse posteriormente.

11. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 10 en donde la ubicación de almacenamiento (100) identificada para recibir el primer artículo es diferente de la primera ubicación de almacenamiento.

35 12. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11 en donde el controlador (450) está configurado para controlar el vehículo (200) de modo que el vehículo (200) se desplace en una primera dirección a lo largo de un tramo de la vía (110) mientras el vehículo (200) se desplaza hacia la ubicación de almacenamiento identificada para recibir el primer artículo, y en donde el controlador (450) está configurado para controlar el vehículo (200) de modo que el vehículo (200) se desplace en una segunda dirección, opuesta a la primera dirección, a lo largo del tramo de la vía mientras el vehículo (200) se desplaza hacia la segunda ubicación de almacenamiento.
 40

45 13. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12 en donde el mecanismo de transferencia (210) comprende una varilla o barra desplazable (212) que se extiende a lo ancho del vehículo (200) y que tiene dos extremos de la varilla o barra (212) conectados a cadenas de transmisión (214) que se extienden a lo largo de los laterales del vehículo (200).

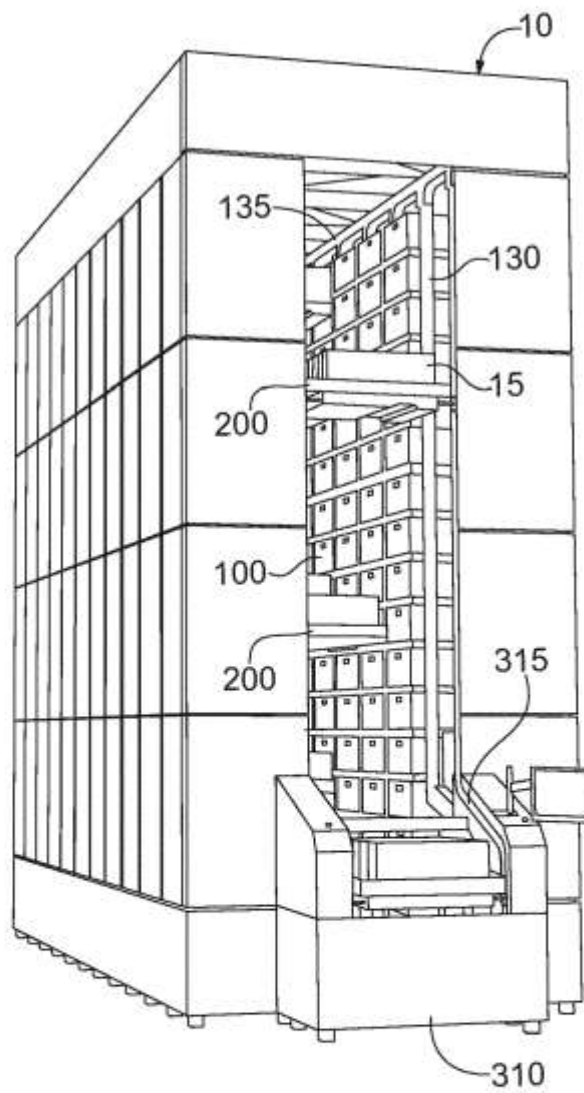
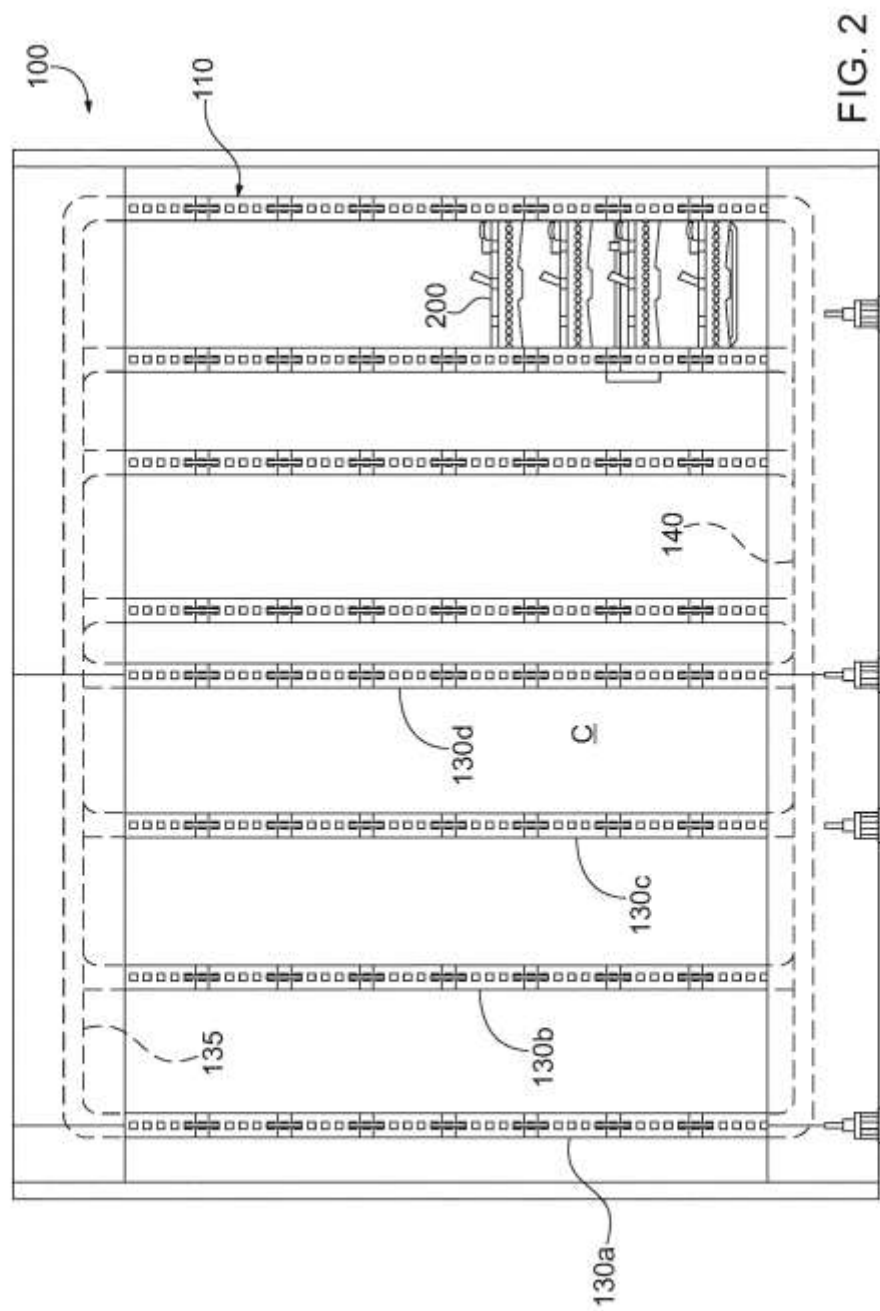
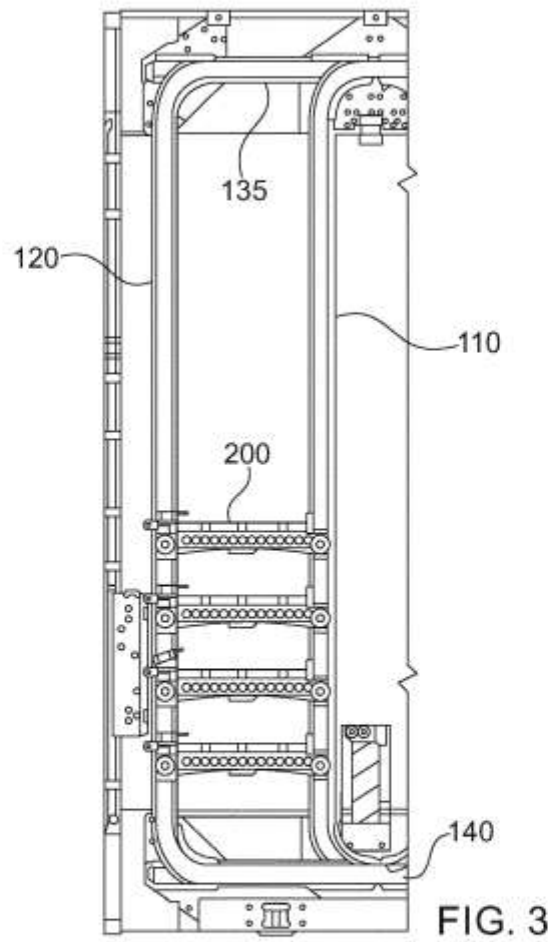


FIG. 1





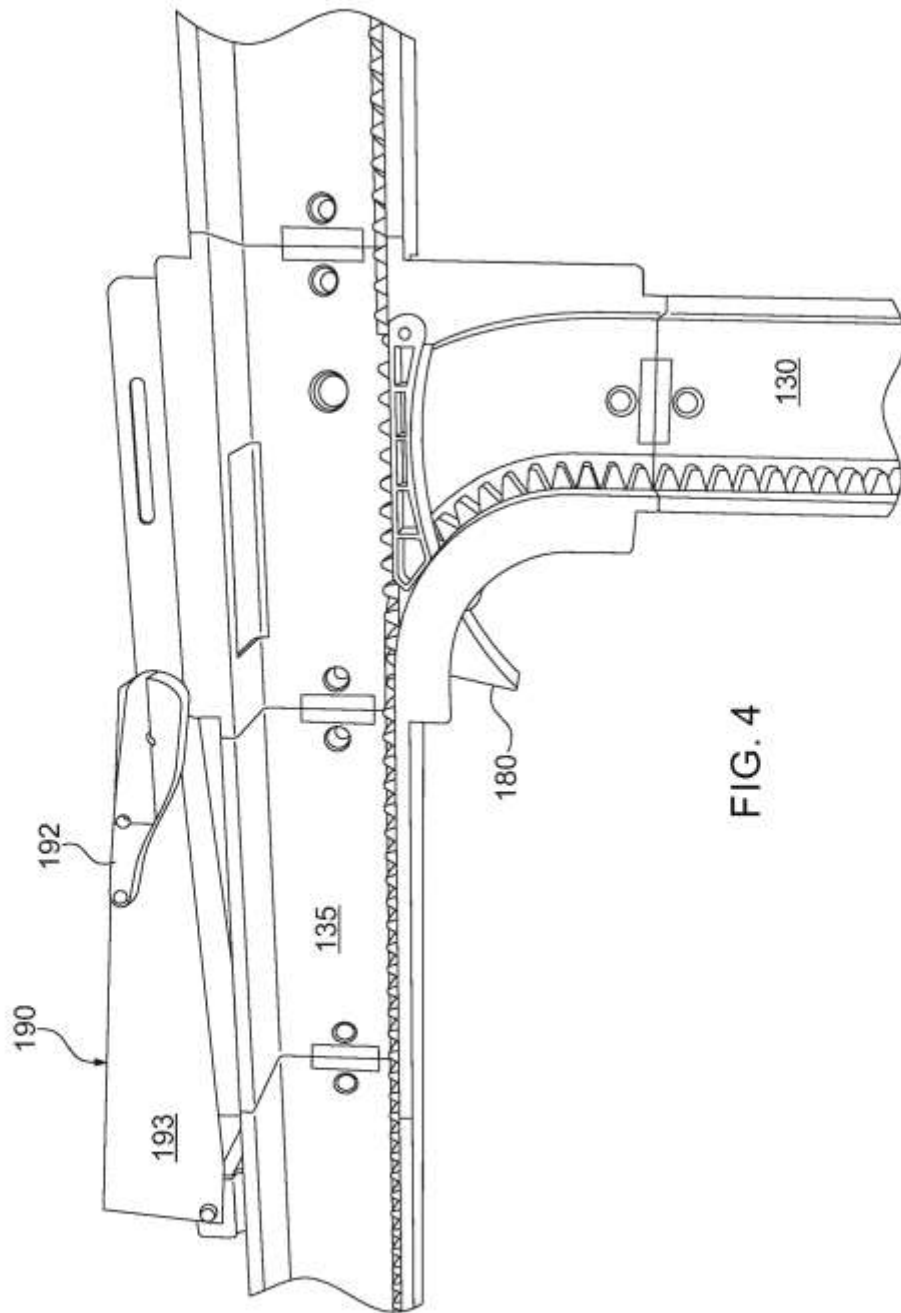
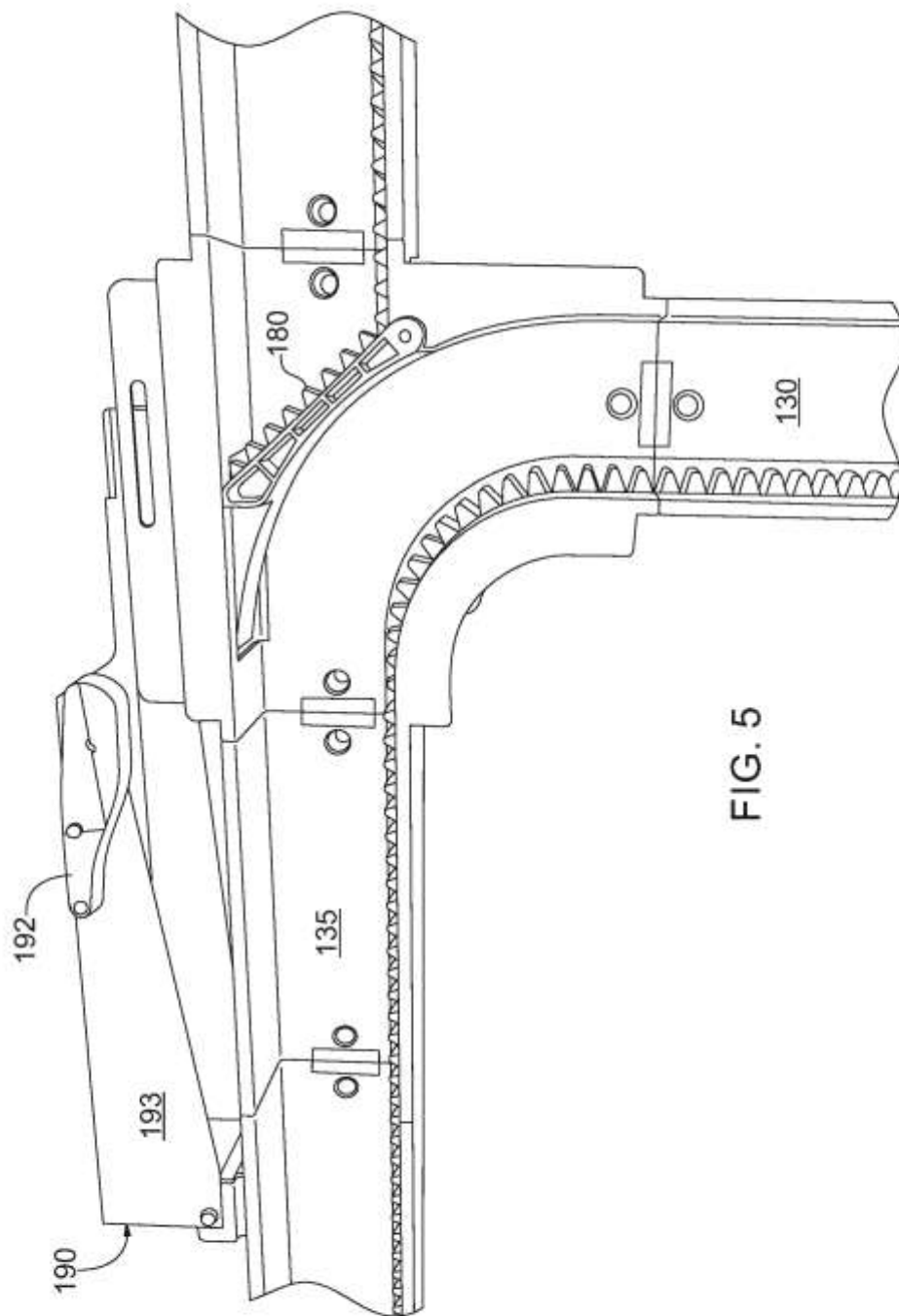
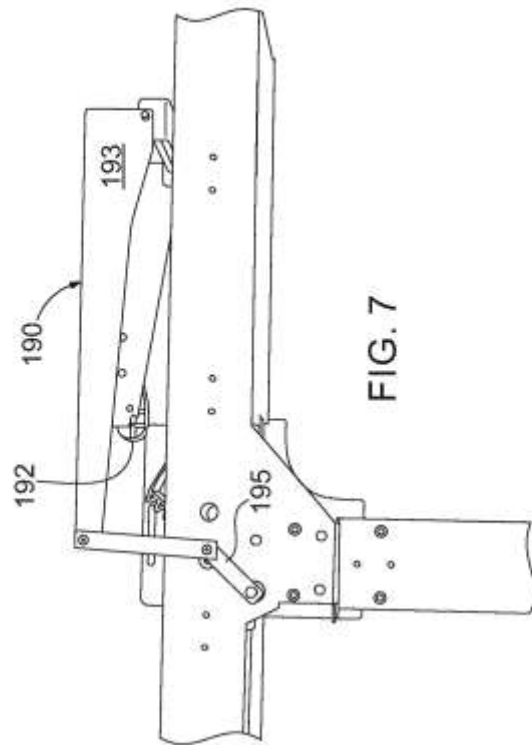
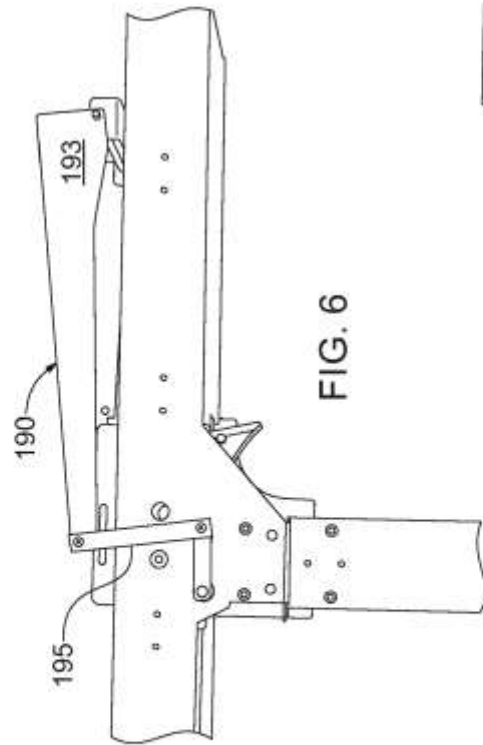
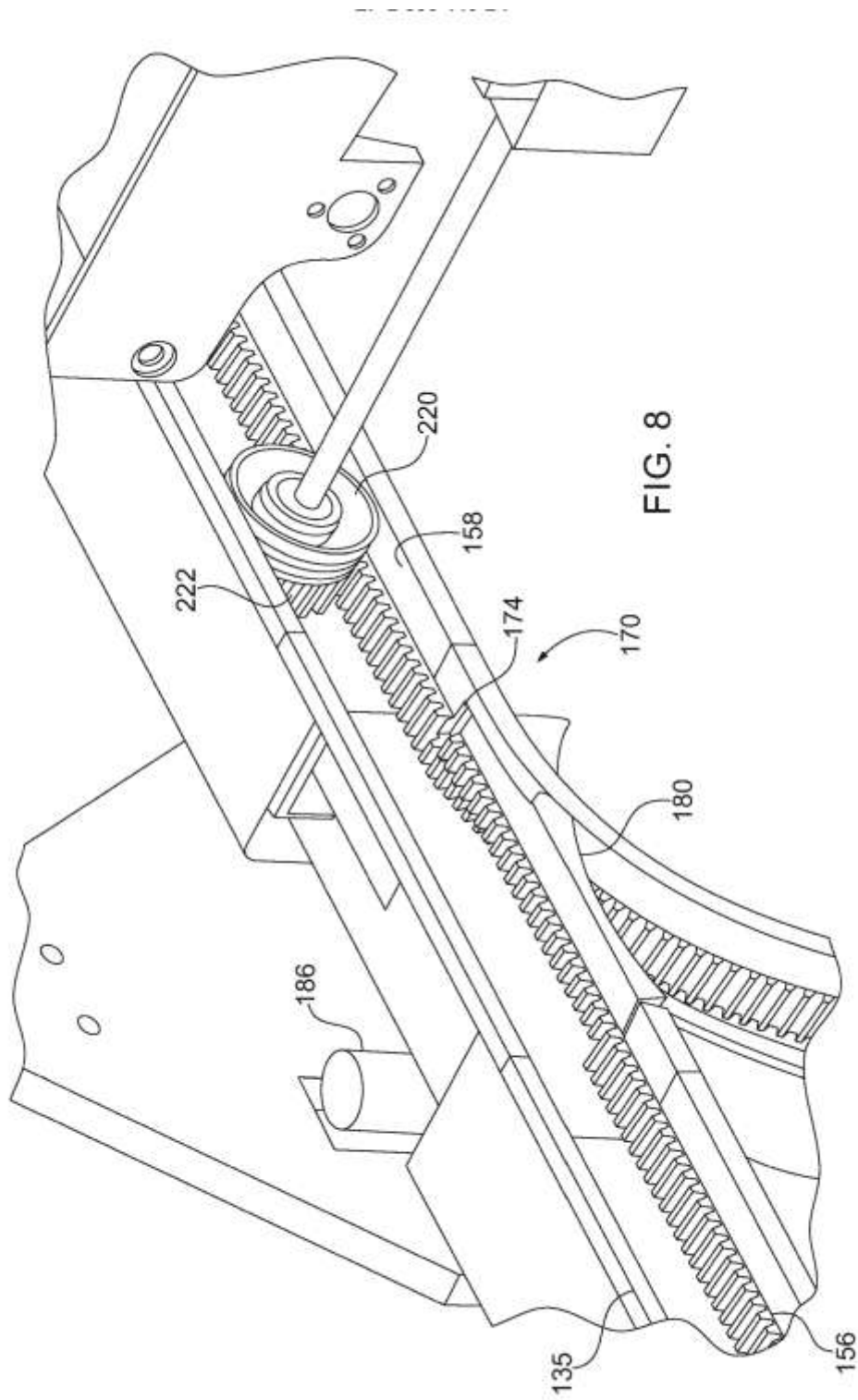
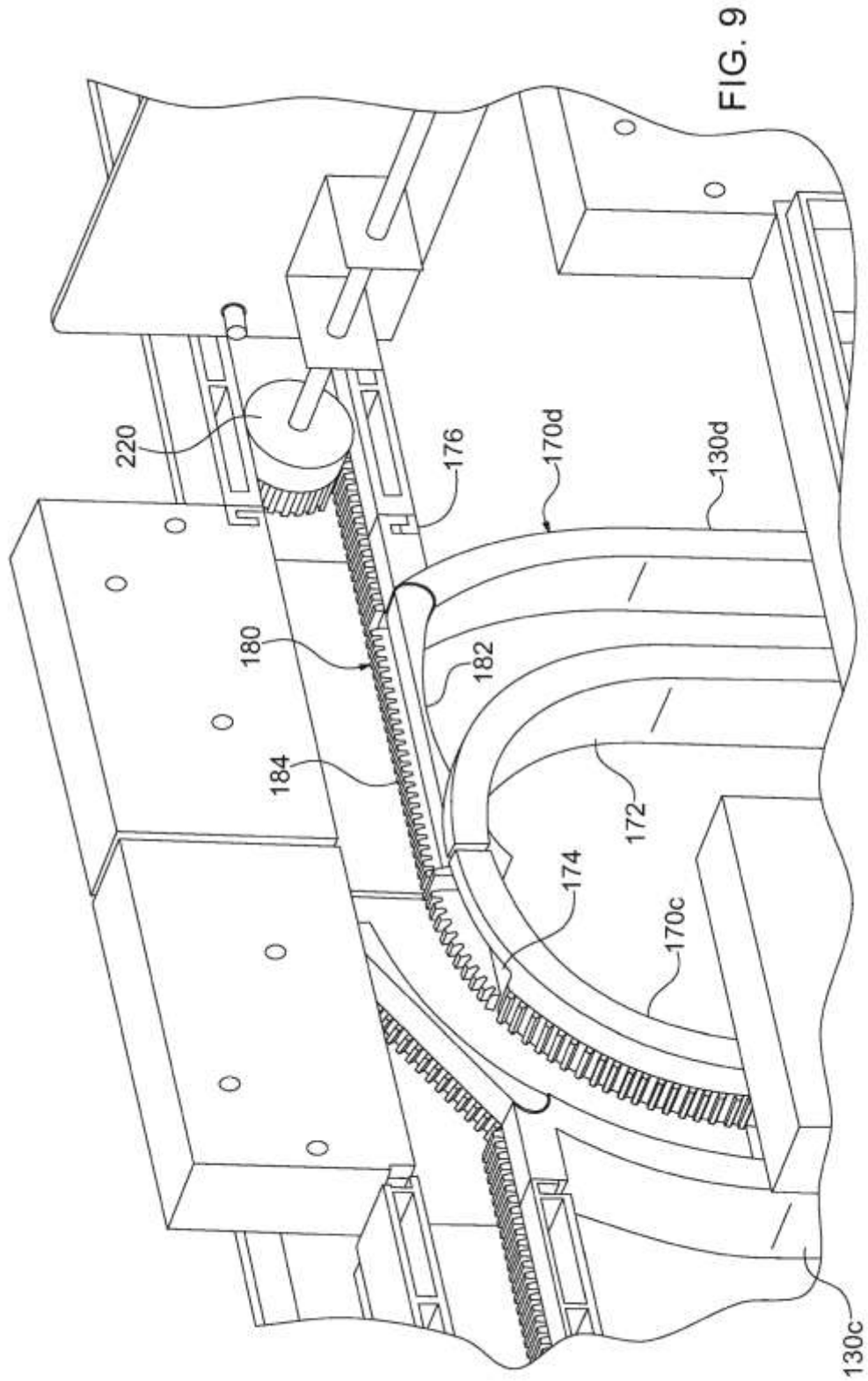


FIG. 4









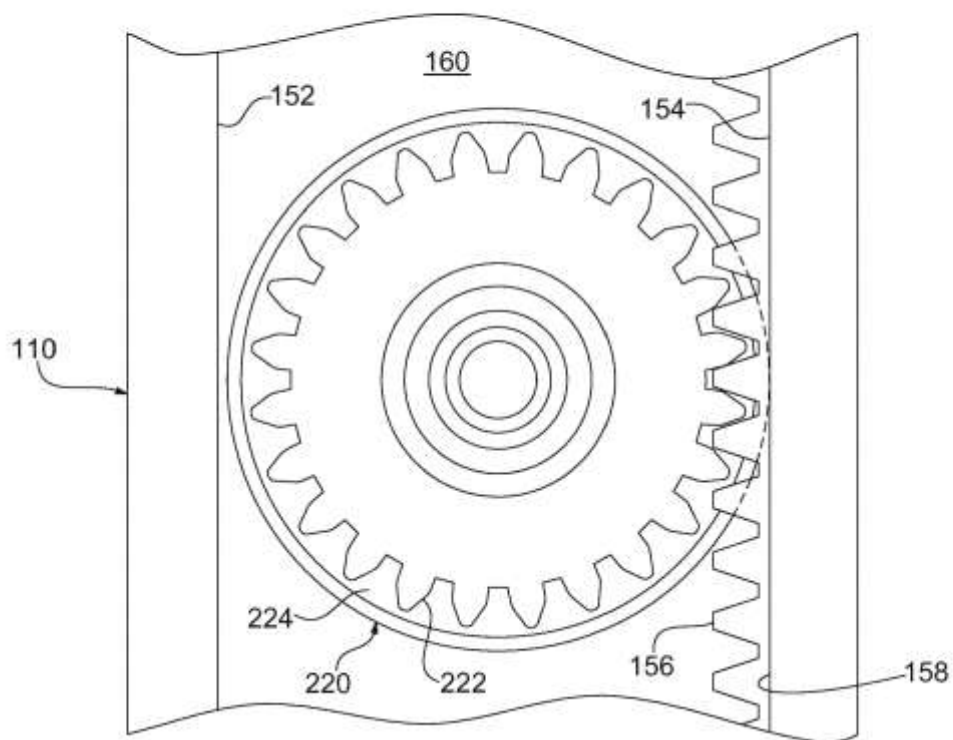


FIG. 10

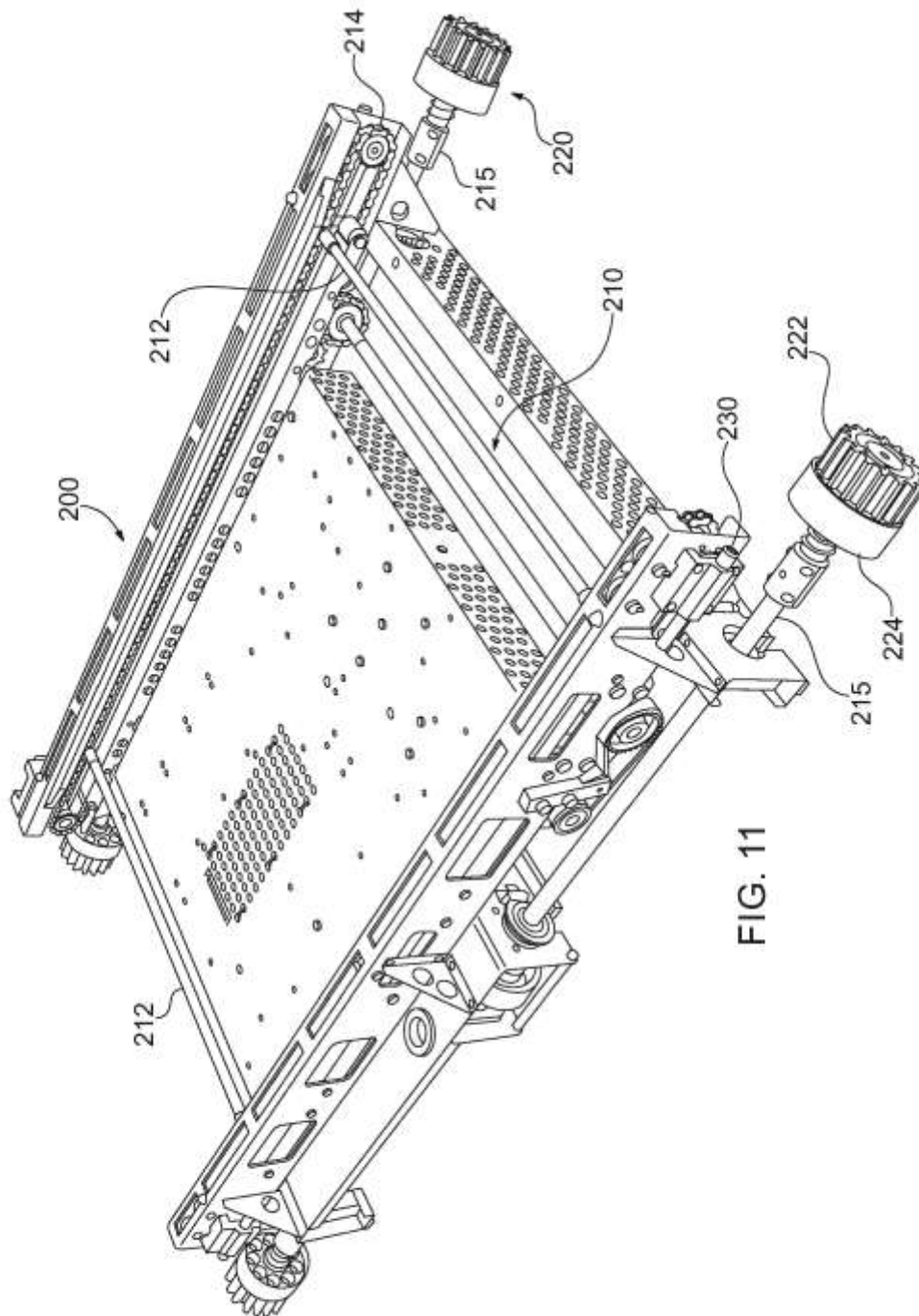
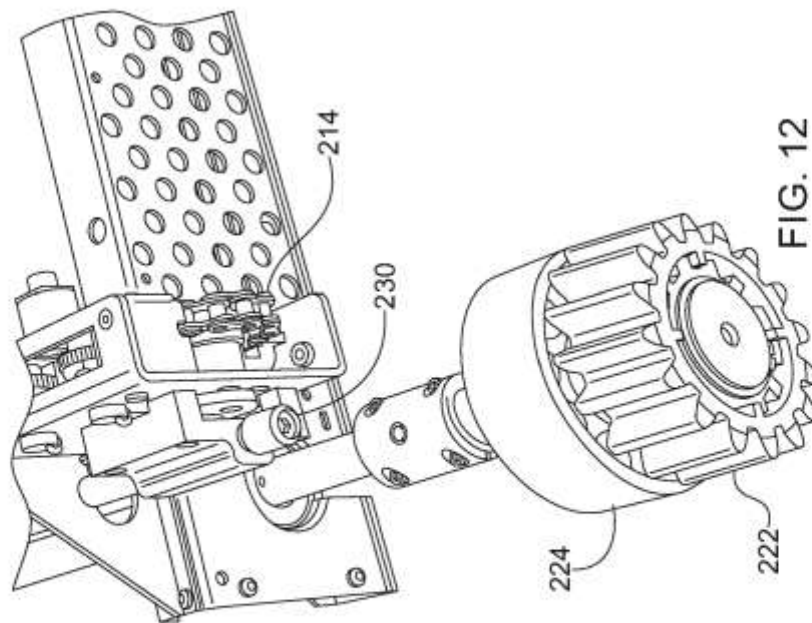
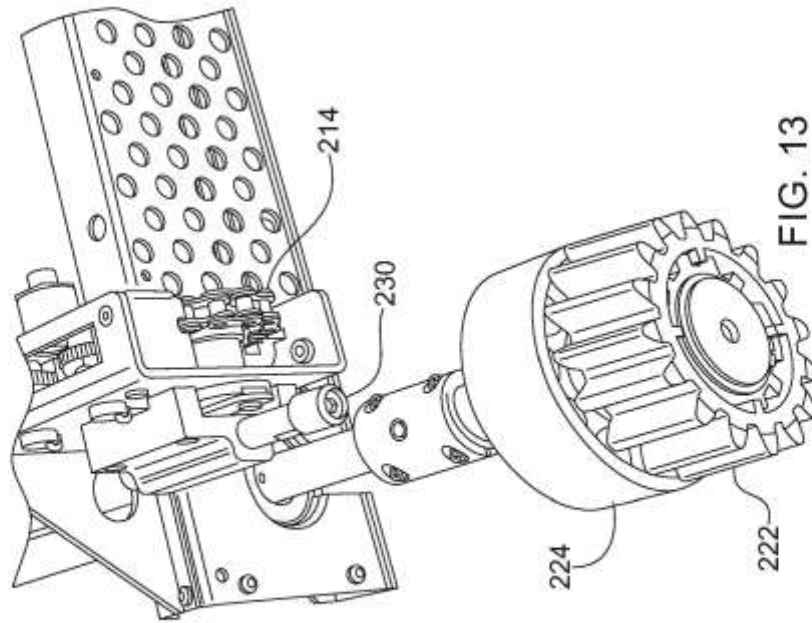
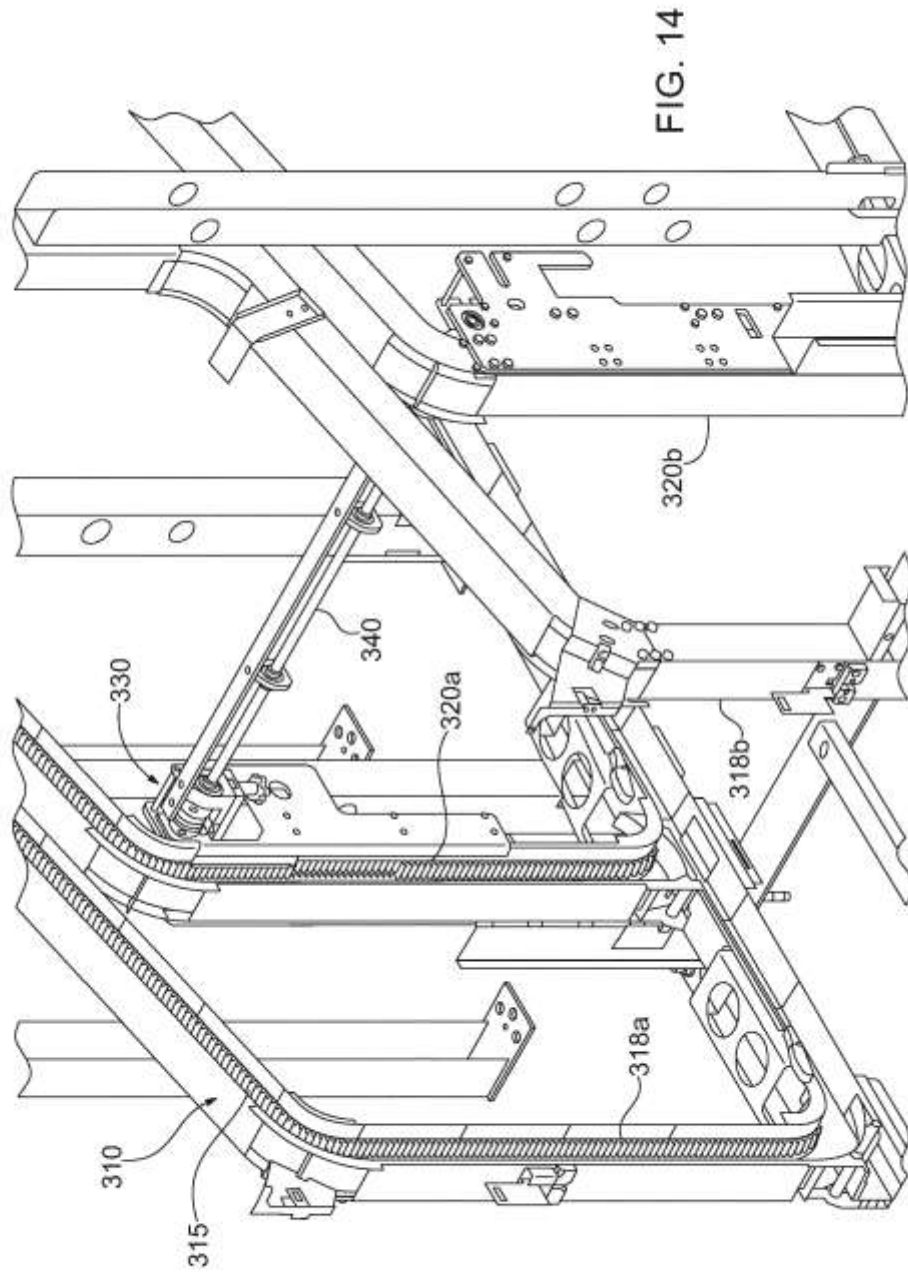
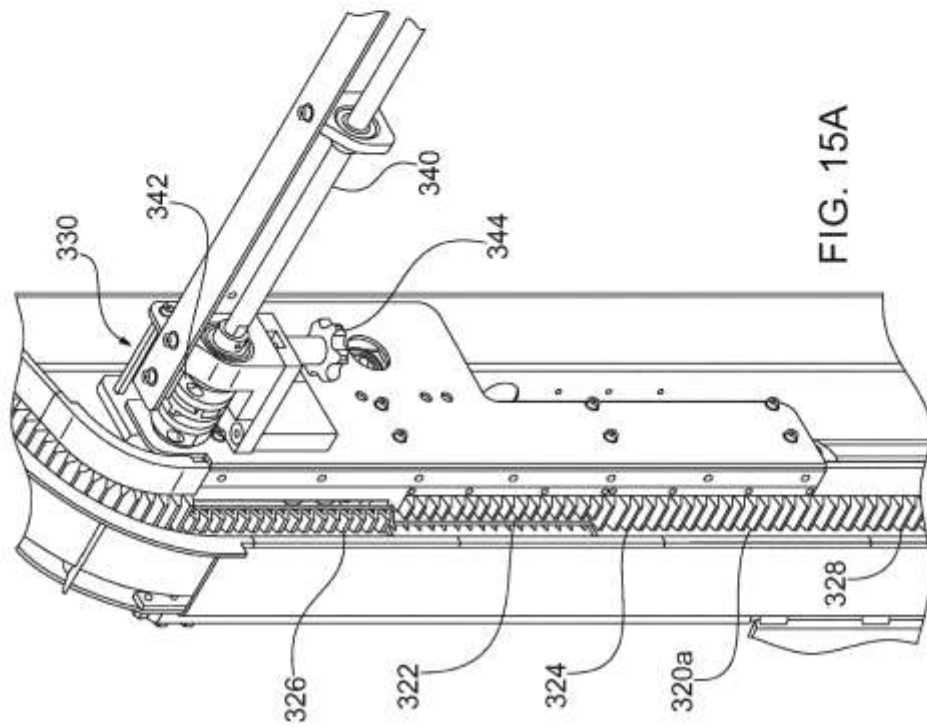
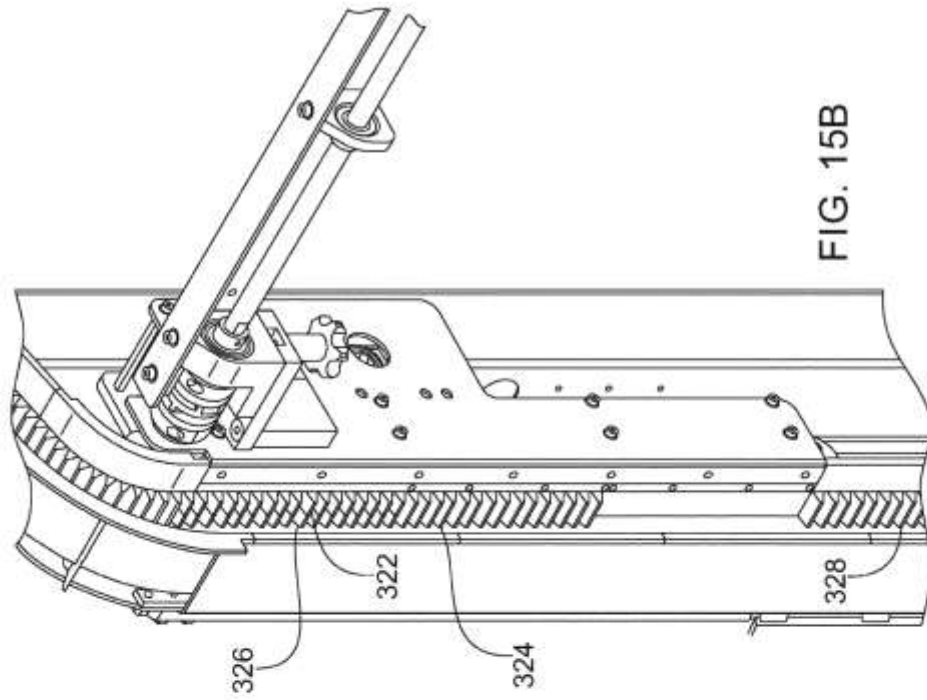
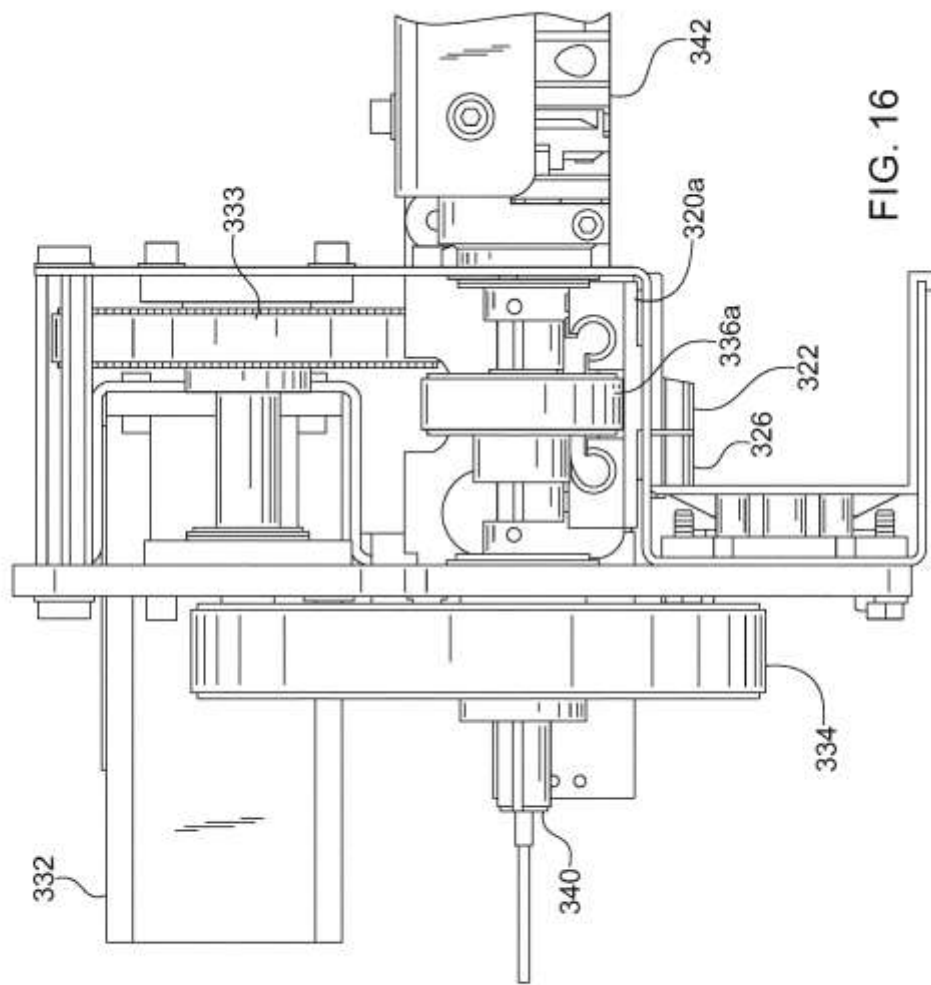


FIG. 11









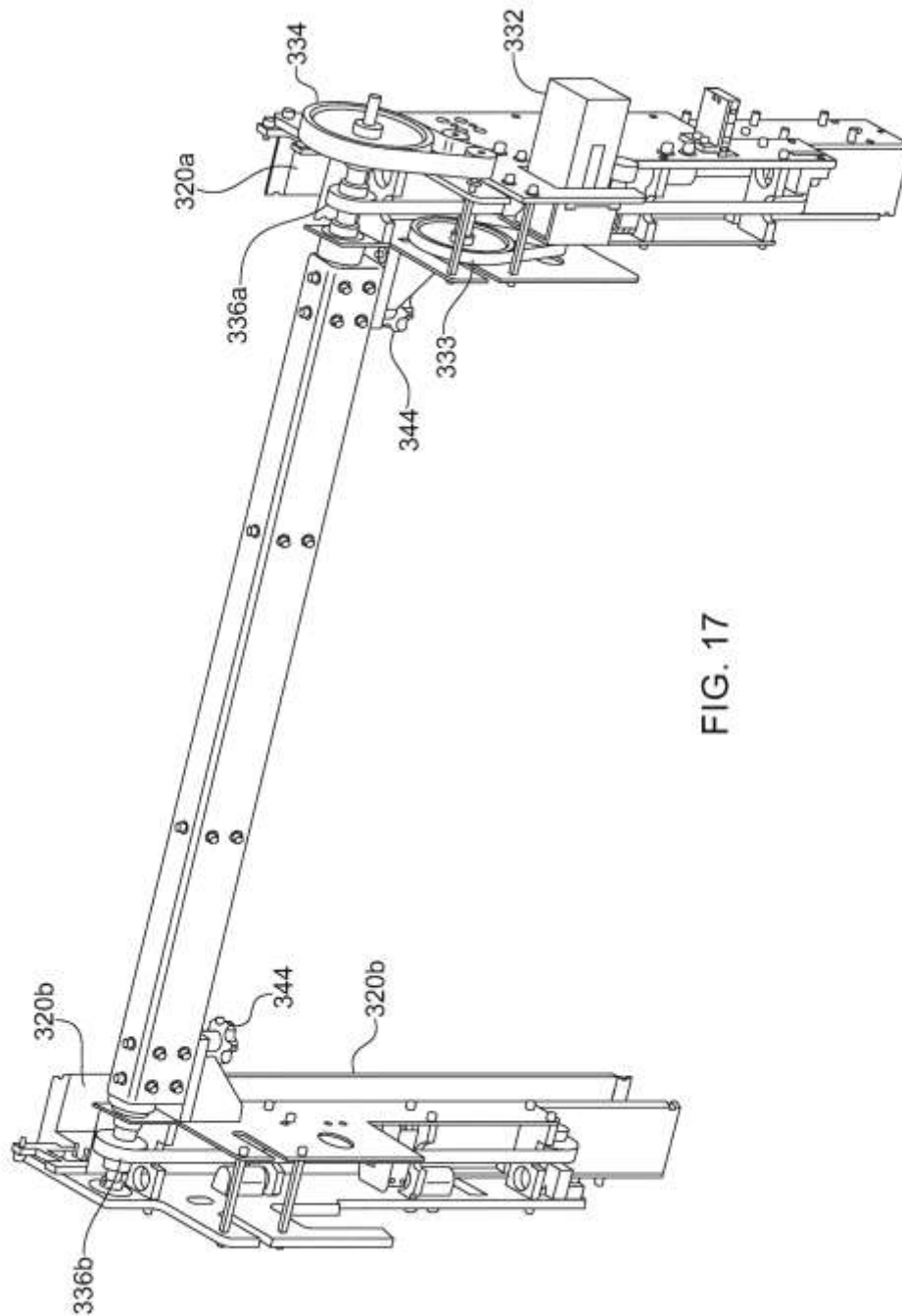


FIG. 17