

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 553 327**

51 Int. Cl.:

G05D 3/00 (2006.01)

G06Q 10/08 (2012.01)

G06Q 50/30 (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.06.2007 E 07812047 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.08.2015 EP 2047376**

54 Título: **Sistema y método para generar un camino para una unidad de accionamiento móvil**

30 Prioridad:

19.06.2006 US 425057

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

07.12.2015

73 Titular/es:

**AMAZON TECHNOLOGIES, INC. (100.0%)
P.O. Box 8102
Reno, NV 89507, US**

72 Inventor/es:

**WURMAN, PETER R.;
D'ANDREA, RAFFAELLO;
BARBEHENN, MICHAEL T.;
HOFFMAN, ANDREW E. y
MOUNTZ, MICHAEL C.**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 553 327 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema y método para generar un camino para una unidad de accionamiento móvil

Campo técnico de la invención

5 Esta invención se refiere en general a sistemas de inventario y, más particularmente, a un método y sistema para gestión eficiente de unidades de accionamiento móviles dentro de un sistema de inventario.

Antecedentes de la invención

10 Los sistemas de inventario modernos, tales como aquéllos en almacenes de venta por correo, centros de distribución de cadenas de suministro, sistemas de equipajes de aeropuertos e instalaciones de fabricación de pedidos por encargo, se enfrentan a retos significativos al responder a peticiones de artículos de inventario. A medida que los sistemas de inventario crecen, los retos de terminar simultáneamente un número grande de embalajes, almacenamiento y otras tareas relacionadas con el inventario llegan a no ser triviales. En sistemas de inventario encargados de responder a grandes números de peticiones de inventario diversas, la utilización ineficiente de recursos del sistema, incluyendo espacio, equipo y mano de obra, pueden provocar un flujo máximo inferior, tiempos de respuesta inaceptablemente largos, una acumulación cada vez mayor de tareas inacabadas y, en general, un rendimiento del sistema escaso. Adicionalmente, expandir o reducir el tamaño o las capacidades de muchos sistemas de inventario requiere cambios significativos a infraestructura y equipos existentes. Como resultado, el coste de cambios incrementales en la capacidad o funcionalidad pueden ser prohibitivamente caros limitando la capacidad del sistema para acomodar fluctuaciones en el flujo máximo del sistema.

20 El documento US 4 653 002 describe un sistema de navegación para vehículos no tripulados que incluye soportes de luz de admisión de zona dispuestos en un patrón de cuadrícula rectangular que incluyen barreras de luz para determinar si un vehículo entra en una zona definida por los soportes de luz y haces de luz usados por el vehículo para determinar qué zona está atravesando el vehículo.

25 El documento US 5 283 739 describe una técnica de prevención de colisiones para múltiples vehículos guiados automáticamente proporcionando reglas en cuanto a cuándo un vehículo puede pasar a un nodo en la planta de una fábrica. La técnica descrita se basa en dónde se sitúan los vehículos en la planta de una fábrica.

El documento US 5 305 217 describe un método de control de un vehículo guiado automáticamente asignando bloques de símbolos que representan la dirección de recorrido a un visualizador de pantalla patrón a cuadros.

30 El documento US 5 111 401 describe un sistema de control de navegación que dirige un vehículo autónomo e incluye un módulo de propulsión que tiene un procesador que recibe señales de control de navegación para dirigir el movimiento del módulo y proporciona señales de posición. Si el medio oscilante mide una obstrucción que bloquea el camino inicial, el módulo se dirige a evitar la obstrucción.

35 El documento WO 95/21405 describe un sistema de transporte que incluye una red de comunicaciones y uno o más vehículos cada uno que tiene una unidad de control y de intercambio de datos a bordo, en donde la red de comunicaciones incluye una unidad de control de transporte; y una pluralidad de unidades de carretera (10) dispuestas en serie a lo largo de una ruta de desplazamiento del vehículo, cada unidad de carretera que está adaptada para la comunicación con la unidad de control de transporte para intercambiar datos con la misma.

40 El documento US 2005/0256639 describe un método para navegar dinámicamente un vehículo a su destino, por lo cual un dispositivo montado en un vehículo solicita inalámbricamente datos relacionados con ruta para un destino de conducción desde un centro de tráfico, tras lo cual el centro de tráfico calcula y almacena una ruta hacia el destino de conducción para el vehículo y transmite inalámbricamente datos relacionados con la ruta al dispositivo montado en un vehículo.

45 El documento US 2006/0089787 describe un sistema para programar tráfico capaz de planificar desplazamientos, cada uno que tiene una pluralidad de puntos de tránsito, que comprende medios para recibir criterios de programación incluyendo los datos de punto de tránsito y datos de mapas que comprenden una o más rutas, cada ruta definida en términos de una pluralidad de secciones de ruta.

50 El documento WO 2006/044108 describe un sistema para transportar artículos de inventario que incluye un soporte de inventario y una unidad de accionamiento móvil, el soporte de inventario que incluye un bastidor capaz de almacenar artículos de inventario y una placa de acoplamiento capaz de recibir un cabezal de acoplamiento desde debajo, la unidad de accionamiento móvil que incluye un cabezal de acoplamiento capaz de acoplarse a la placa de acoplamiento y un módulo de accionamiento capaz de propulsar la unidad de accionamiento móvil, la unidad de accionamiento móvil que además es capaz de mover el soporte de inventario cuando el cabezal de acoplamiento está acoplado al soporte de inventario.

Compendio de la invención

Según la invención se proporciona un método de transporte de artículos de inventario y un módulo de gestión para gestionar las unidades de accionamiento móviles, como se define por las reivindicaciones adjuntas.

5 Según la presente descripción, un método para transportar artículos de inventario incluye recibir una petición de ruta desde una unidad de accionamiento móvil. La petición de ruta identifica una ubicación de destino dentro de un espacio de trabajo. El espacio de trabajo incluye al menos una celda asociada con un primer atributo de celda y al menos una celda que no está asociada con el primer atributo de celda. El método incluye determinar un estado de la unidad de accionamiento móvil. El método también incluye generar un camino a la ubicación de destino para la unidad de accionamiento móvil que atraviesa celdas asociadas con el primer atributo de celda, en respuesta a determinar que la unidad de accionamiento móvil está asociada con un primer estado. El método incluye adicionalmente generar un camino a la ubicación de destino para la unidad de accionamiento móvil que no atraviesa celdas asociadas con el primer atributo de celda, en respuesta a determinar que la unidad de accionamiento móvil no está asociada con el primer estado. El método además incluye transmitir el camino a la unidad de accionamiento móvil.

15 Según la presente descripción, un sistema incluye una unidad de accionamiento móvil, una pluralidad de soportes de inventario, un espacio de trabajo y un módulo de gestión. El espacio de trabajo incluye una pluralidad de celdas de espacio de trabajo. Al menos una celda está asociada con un primer atributo de celda mientras que al menos una celda no está asociada con el primer atributo de celda.

20 El módulo de gestión recibe, a partir de una unidad de accionamiento móvil, una petición de ruta que identifica una ubicación de destino dentro del espacio de trabajo y determina un estado de la unidad de accionamiento móvil. En respuesta a determinar que la unidad de accionamiento móvil está asociada con un primer estado, el módulo de gestión genera un camino a la ubicación de destino para la unidad de accionamiento móvil que atraviesa celdas asociadas con el primer atributo de celda. En respuesta a determinar que la unidad de accionamiento móvil no está asociada con el primer estado, el módulo de gestión genera un camino a la ubicación de destino para la unidad de accionamiento móvil que no atraviesa celdas asociadas con el primer atributo de celda. El módulo de gestión entonces transmite la ruta a la unidad de accionamiento móvil.

30 Las ventajas técnicas de ciertos ejemplos descritos en la presente memoria incluyen la capacidad de optimizar el uso del espacio y equipo para completar las tareas relacionadas con el inventario. Adicionalmente, ejemplos particulares pueden utilizar una pluralidad de unidades de accionamiento que operan independientemente, cada una capaz de acceder y mover un artículo de inventario particular almacenado en algún lugar dentro del sistema de inventario. Tal configuración puede proporcionar la capacidad para el sistema de inventario de acceder en un orden arbitrario a cualquier artículo almacenado en el sistema y permitir la terminación en paralelo de múltiples tareas de inventario en un sistema que es fácilmente escalable y portable. Otras ventajas técnicas de ciertos ejemplos incluyen proporcionar una solución de almacenamiento de inventario flexible y escalable que se pueda adaptar fácilmente para acomodar el crecimiento y modificación del sistema y asignar recursos a nivel de sistema de una manera eficiente hasta la terminación de las tareas individuales.

35 Otras ventajas técnicas de la presente invención serán fácilmente evidentes para un experto en la técnica a partir de las siguientes figuras, descripciones y reivindicaciones. Además, mientras que se han enumerado anteriormente ventajas específicas, diversos ejemplos pueden incluir todas, algunas o ninguna de las ventajas enumeradas.

40 Breve descripción de los dibujos

Para una comprensión más completa de la presente invención y sus ventajas, se hace ahora referencia, a modo de ejemplo, a la siguiente descripción, tomada en conjunto con los dibujos anexos, en los que:

La FIGURA 1 ilustra componentes de un sistema de inventario según un ejemplo particular;

45 La FIGURA 2 ilustra en mayor detalle los componentes de un módulo de gestión ejemplo que se puede utilizar en ejemplos particulares del sistema de inventario mostrado en la FIGURA 1;

Las FIGURAS 3A y 3B ilustran en mayor detalle una unidad de accionamiento móvil ejemplo que se puede utilizar en ejemplos particulares del sistema de inventario mostrado en la FIGURA 1;

La FIGURA 4 ilustra en mayor detalle un soporte de inventario ejemplo que se puede utilizar en ejemplos particulares del sistema de inventario mostrado en la FIGURA 1;

50 La FIGURA 5 ilustra un ejemplo de técnicas de encaminamiento y reserva que se pueden utilizar por el módulo de gestión en ejemplos particulares del sistema de inventario ilustrado en la FIGURA 1;

La FIGURA 6 es un diagrama de flujo que detalla una operación ejemplo de un ejemplo particular del módulo de gestión al gestionar el movimiento de las unidades de accionamiento móviles en el sistema de inventario;

La FIGURA 7 ilustra un ejemplo del sistema de inventario que es capaz de planificar caminos para una unidad de accionamiento móvil solicitante en base al estado actual de las unidades de accionamiento móviles;

La FIGURA 8 es un diagrama de flujo que detalla una operación ejemplo de un ejemplo particular del módulo de gestión al implementar las técnicas descritas en la FIGURA 7;

- 5 La FIGURA 9 ilustra un ejemplo del sistema de inventario capaz de optimizar la colocación de las unidades de accionamiento móviles en base a su estado de asignación;

La FIGURA 10 ilustra un ejemplo del sistema de inventario capaz de optimizar la colocación de las unidades de accionamiento móviles en base a su estado de capacidad;

- 10 La FIGURA 11 es un diagrama de flujo que detalla una operación ejemplo de un ejemplo particular del módulo de gestión al implementar las técnicas descritas en la FIGURA 9;

Las FIGURAS 12A-12E ilustran un ejemplo de movimiento coordinado que se puede ejecutar por ejemplos particulares de la unidad de accionamiento móvil;

La FIGURA 13 es un diagrama de flujo que detalla una operación ejemplo del módulo de gestión en la facilitación del movimiento coordinado ilustrado en las FIGURAS 12A-12E;

- 15 La FIGURA 14 es un diagrama de flujo que detalla una operación ejemplo de una unidad de accionamiento móvil en la implementación del movimiento coordinado ilustrado en las FIGURAS 12A-12E;

La FIGURA 15 ilustra un ejemplo del sistema de inventario que incluye equipo de transporte capaz de transportar unidades de accionamiento móviles entre partes separadas del espacio de trabajo;

- 20 La FIGURA 16 ilustra técnicas que el sistema de inventario puede usar en la asignación de tareas basada en la disponibilidad y características del equipo de transporte;

La FIGURA 17 es un diagrama de flujo que ilustra la operación de unos ejemplos particulares del módulo de programación de recursos en la selección de caminos para unidades de accionamiento móviles en un espacio de trabajo que utiliza elevadores de accionamiento;

- 25 La FIGURA 18 ilustra un ejemplo del sistema de inventario que incluye una o más áreas de rotación para la rotación de los soportes de inventario;

Las FIGURAS 19A-19E ilustran una operación ejemplo de un ejemplo particular de unidad de accionamiento móvil en la utilización de un área de rotación; y

- 30 Las FIGURAS 20A-20F ilustran una operación ejemplo de un ejemplo particular de unidad de accionamiento móvil mientras que transporta soportes de inventario fuera de las áreas de rotación ilustradas en las FIGURAS 18 y 19A-19E.

Descripción detallada

- 35 La FIGURA 1 ilustra los contenidos de un sistema de inventario 10. El sistema de inventario 10 incluye un módulo de gestión 15, una o más unidades de accionamiento móviles 20, uno o más soportes de inventario 30 y una o más estaciones de inventario 50. Las unidades de accionamiento móviles 20 transportan los soportes de inventario 30 entre puntos dentro de un espacio de trabajo 70 en respuesta a comandos comunicados por el módulo de gestión 15. Cada soporte de inventario 30 almacena uno o más tipos de artículos de inventario. Como resultado, el sistema de inventario 10 es capaz de mover artículos de inventario entre ubicaciones dentro del espacio de trabajo 70 para facilitar la entrada, procesamiento y/o retirada de artículos de inventario del sistema de inventario 10 y la terminación de otras tareas que implican artículos de inventario.

- 40 El módulo de gestión 15 asigna tareas a componentes apropiados del sistema de inventario 10 y coordina la operación de los diversos componentes en la terminación de las tareas. Estas tareas se pueden referir no solamente al movimiento y procesamiento de artículos de inventario sino también a la gestión y mantenimiento de componentes del sistema de inventario 10. Por ejemplo, el módulo de gestión 15 puede asignar partes del espacio de trabajo 70 como espacios de aparcamiento para unidades de accionamiento móviles 20, la recarga programada o sustitución de baterías de la unidad de accionamiento móvil, el almacenamiento de soportes de inventario vacíos 30 o cualquier otra operación asociada con la funcionalidad soportada por el sistema de inventario 10 y sus diversos componentes. El módulo de gestión 15 puede seleccionar componentes del sistema de inventario 10 para realizar estas tareas y comunicar comandos apropiados y/o datos a los componentes seleccionados para facilitar la terminación de estas operaciones. Aunque se muestra en la FIGURA 1 como un único componente, discreto, el módulo de gestión 15 puede representar múltiples componentes y puede representar o incluir partes de las unidades de accionamiento móviles 20 u otros elementos del sistema de inventario 10. Como resultado, cualquier o toda la interacción entre una unidad de accionamiento móvil 20 particular y el módulo de gestión 15 que se describe más adelante puede, en ejemplos particulares, representar una comunicación entre iguales entre esa unidad de accionamiento móvil 20 y

una o más de otras unidades de accionamiento móviles 20. Los contenidos y operación de un ejemplo del módulo de gestión 15 se tratan además más adelante con respecto a la FIGURA 2.

Las unidades de accionamiento móviles 20 mueven los soportes de inventario 30 entre ubicaciones dentro del espacio de trabajo 70. Las unidades de accionamiento móviles 20 pueden representar cualquier dispositivo o componente adecuado para uso en el sistema de inventario 10 en base a las características y configuración de los soportes de inventario 30 y/u otros elementos del sistema de inventario 10. En un ejemplo particular del sistema de inventario 10, las unidades de accionamiento móviles 20 representan dispositivos independientes, autoalimentados configurados para moverse libremente alrededor del espacio de trabajo 70. En ejemplos alternativos, las unidades de accionamiento móviles 20 representan elementos de un sistema de inventario 10 configuradas para mover el soporte de inventario 30 a lo largo de pistas, carriles, cables, sistema de grúa u otros elementos de guiado o soporte que atraviesan el espacio de trabajo 70. En tal ejemplo, las unidades de accionamiento móviles 20 pueden recibir potencia y/o soporte a través de una conexión a los elementos de guiado, tal como un carril alimentado. Adicionalmente, en ejemplos particulares del sistema de inventario 10 las unidades de accionamiento móviles 20 se pueden configurar para utilizar equipo de transporte alternativo para moverse dentro del espacio de trabajo 70 y/o entre partes separadas del espacio de trabajo 70. Los contenidos y la operación de un ejemplo de una unidad de accionamiento móvil 20 se tratan además más adelante con respecto a las FIGURAS 3A y 3B.

Adicionalmente, las unidades de accionamiento móviles 20 pueden ser capaces de comunicar con el módulo de gestión 15 para recibir información que identifica los soportes de inventario seleccionados 30, transmitir las ubicaciones de las unidades de accionamiento móviles 20 o intercambiar cualquier otra información adecuada a ser usada por el módulo de gestión 15 o las unidades de accionamiento móviles 20 durante la operación. Las unidades de accionamiento móviles 20 pueden comunicar con el módulo de gestión 15 inalámbricamente, usando conexiones cableadas entre las unidades de accionamiento móviles 20 y módulo de gestión 15 y/o de cualquier otra manera apropiada. Como ejemplo, la unidad de accionamiento móvil 20 puede comunicar con el módulo de gestión 15 y/o uno con otro usando los estándares 802.11, Bluetooth o Asociación de Datos por Infrarrojos (IrDA) o cualquier otro protocolo de comunicación inalámbrico apropiado. Como otro ejemplo, en un sistema de inventario 10 rastreado, las pistas u otros elementos de guiado en los cuales se mueven las unidades de accionamiento móviles 20 se pueden cablear para facilitar la comunicación entre las unidades de accionamiento móviles 20 y otros componentes de sistema de inventario 10. Además, como se señaló anteriormente, el módulo de gestión 15 puede incluir componentes de unidades de accionamiento móviles 20 individuales. De esta manera, para los propósitos de esta descripción y las reivindicaciones que siguen, una comunicación entre el módulo de gestión 15 y una unidad de accionamiento móvil 20 particular puede representar una comunicación entre componentes de una unidad de accionamiento móvil 20 particular. En general, las unidades de accionamiento móviles 20 se pueden alimentar, propulsar y controlar de cualquier manera apropiada en base a la configuración y las características del sistema de inventario 10.

Los soportes de inventario 30 almacenan artículos de inventario. En un ejemplo particular, los soportes de inventario 30 incluyen múltiples contenedores de almacenamiento con cada contenedor de almacenamiento capaz de sostener uno o más tipos de artículos de inventario. Los soportes de inventario 30 son capaces de ser transportados, rodados y/o de otro modo movidos por las unidades de accionamiento móviles 20. En ejemplos particulares, el soporte de inventario 30 puede proporcionar propulsión adicional para complementar aquella proporcionada por la unidad de accionamiento móvil 20 cuando se mueve el soporte de inventario 30.

Adicionalmente, cada soporte de inventario 30 puede incluir una pluralidad de caras y cada contenedor puede ser accesible a través de una o más caras del soporte de inventario 30. Por ejemplo, en un ejemplo particular, el soporte de inventario 30 incluye cuatro caras. En tal ejemplo, los contenedores situados en una esquina de dos caras pueden ser accesibles a través de cualquiera de esas dos caras, mientras que cada uno de los otros contenedores es accesible a través de una abertura en una de las cuatro caras. La unidad de accionamiento móvil 20 se puede configurar para rotar el soporte de inventario 30 en momentos apropiados para presentar una cara particular y los contenedores asociados que se enfrentan a un operador u otros componentes del sistema de inventario 10. Los contenidos y operación de un ejemplo de un soporte de inventario 30 se tratan además más adelante con respecto a la FIGURA 4.

Los artículos de inventario representan cualquier objeto adecuado para almacenamiento, recuperación y/o procesamiento en un sistema de inventario 10 automatizado. Para los propósitos de esta descripción, "artículos de inventario" pueden representar uno cualquiera o más objetos de un tipo particular que se almacenan en el sistema de inventario 10. De esta manera, un soporte de inventario 30 particular está "almacenando" actualmente un artículo de inventario particular si el soporte de inventario 30 soporta actualmente una o más unidades de ese tipo. Como ejemplo, el sistema de inventario 10 puede representar unas instalaciones de almacén de venta por correo y los artículos de inventario pueden representar mercancía almacenada en las instalaciones del almacén. Durante la operación, las unidades de accionamiento móviles 20 pueden recuperar soportes de inventario 30 que contengan uno o más artículos de inventario solicitados en un pedido para ser embalados para entrega a un cliente o soportes de inventario 30 que transportan palés que contienen colecciones agregadas de artículos de inventario para su envío. Además, en ejemplos particulares del sistema de inventario 10, las cajas que contienen pedidos completados pueden representar por sí mismas artículos de inventario.

Según otro ejemplo, el sistema de inventario 10 puede representar una instalación de devolución de mercancías. En tal ejemplo, los elementos de inventario pueden representar mercancía devuelta por clientes. Las unidades de estos artículos de inventario se pueden almacenar en soportes de inventario 30 cuando se reciben en las instalaciones. En los momentos apropiados, un gran número de unidades se pueden retirar de un soporte de inventario 30 particular y embalar para su envío de vuelta a un almacén u otras instalaciones. Por ejemplo, unidades individuales de un artículo de inventario particular se pueden recibir y almacenar en soportes de inventario 30 hasta que se haya recibido un número de unidades umbral de ese artículo de inventario. La unidad de accionamiento móvil 20 puede ser encargada de recuperar un soporte de inventario 30 en este estado. Un palé entonces se puede embalar con artículos de inventario retirados de ese soporte de inventario 30 y enviar a otras instalaciones, tales como un almacén de venta por correo.

Según otro ejemplo, el sistema de inventario 10 puede representar unas instalaciones de equipajes de aeropuerto. En tal ejemplo, los artículos de inventario pueden representar piezas de equipaje almacenadas en las instalaciones de equipaje. Las unidades de accionamiento móviles 20 pueden recuperar soportes de inventario 30 que almacenan equipaje que llega y/o que sale en vuelos particulares o equipaje destinado para tipos particulares de procesamiento, tales como rayos x o búsqueda manual.

Aún según otro ejemplo, el sistema de inventario 10 puede representar unas instalaciones de fabricación y los artículos de inventario pueden representar componentes individuales de un kit de fabricación. Más específicamente, los artículos de inventario pueden representar componentes previstos para inclusión en un producto ensamblado, tales como componentes electrónicos para un sistema informático personalizado. En tal ejemplo, el sistema de inventario 10 puede recuperar componentes particulares identificados por una especificación asociada con un pedido del producto de manera que se pueda construir una versión personalizada del producto. Aunque se describen una serie de ejemplos, el sistema de inventario 10, en general, puede representar cualquier instalación o sistema adecuado para almacenar y procesar artículos de inventario y los artículos de inventario pueden representar objetos de cualquier tipo adecuado para almacenamiento, recuperación y/o procesamiento en un sistema de inventario 10 particular.

En ejemplos particulares, el sistema de inventario 10 también puede incluir una o más estaciones de inventario 50. Las estaciones de inventario 50 representan ubicaciones diseñadas para la terminación de tareas particulares que implican artículos de inventario. Tales tareas pueden incluir la retirada de artículos de inventario de soportes de inventario 30, la introducción de artículos de inventario en soportes de inventario 30, el recuento de artículos de inventario en soportes de inventario 30, la descomposición de artículos de inventario (por ejemplo, desde grupos de dimensiones de palé o caja a artículos de inventario individuales) y/o el procesamiento o manejo de artículos de inventario de cualquier otra manera adecuada. En ejemplos particulares las estaciones de inventario 50 pueden tan sólo representar las ubicaciones físicas donde una tarea particular que implica artículos de inventario se puede completar dentro del espacio de trabajo 70. En ejemplos alternativos, las estaciones de inventario 50 pueden representar tanto la ubicación física como también cualquier equipo apropiado para procesar o manejar artículos de inventario, tales como escáneres para monitorizar el flujo de artículos de inventario dentro y fuera del sistema de inventario 10, interfaces de comunicación para comunicar con el módulo de gestión 15 y/o cualquier otro componente adecuado. Las estaciones de inventario 50 se pueden controlar, totalmente o en parte, por operadores humanos o pueden estar completamente automatizadas. Además, los operadores humanos o automatizados de las estaciones de inventario 50 pueden ser capaces de realizar ciertas tareas a los artículos de inventario, tales como embalar o contar artículos de inventario, como parte de la operación del sistema de inventario 10.

El espacio de trabajo 70 representa un área asociada con el sistema de inventario 10 en la que las unidades de accionamiento móviles 20 pueden moverse y/o se pueden almacenar los soportes de inventario 30. Por ejemplo, el espacio de trabajo 70 puede representar todo o parte del suelo de un almacén de venta por correo en el que opera el sistema de inventario 10. Aunque la FIGURA 1 muestra, con los propósitos de ilustración, un ejemplo del sistema de inventario 10 en el que el espacio de trabajo 70 incluye un espacio físico fijo, predeterminado y finito, ejemplos particulares del sistema de inventario 10 pueden incluir unidades de accionamiento móviles 20 y soportes de inventario 30 que están configurados para operar dentro de un espacio de trabajo 70 que es de dimensiones variables y/o de una geometría arbitraria. Mientras que la FIGURA 1 ilustra un ejemplo particular del sistema de inventario 10 en el que el espacio de trabajo 70 está totalmente encerrado en un edificio, ejemplos alternativos pueden utilizar espacios de trabajo 70 en los que algo del o todo el espacio de trabajo 70 se sitúa en el exterior, dentro de un vehículo (tal como un buque de carga) o de otro modo no restringido por ninguna estructura física.

Además, en ejemplos particulares, el espacio de trabajo 70 puede incluir múltiples partes que están separadas físicamente unas de otras, incluyendo pero no limitado a plantas, salas, edificios y/o partes divididas de cualquier otra manera adecuada. Las unidades de accionamiento móviles 20 se pueden configurar para utilizar equipos de transporte alternativos tales como cintas transportadoras verticales u horizontales, camiones, transbordadores, góndolas, escaleras mecánicas y/u otro equipo apropiado adecuado para transportar unidades de accionamiento móviles 20 entre partes separadas del espacio de trabajo 70.

En ejemplos particulares, como se trata en mayor detalle más adelante con respecto a la FIGURA 5, el espacio de trabajo 70 está asociado con una cuadrícula (mostrada en la FIGURA 5 como la cuadrícula 12) que conecta una pluralidad de puntos dentro del espacio de trabajo 70. Esta cuadrícula puede dividir el espacio de trabajo 70 en una

serie de partes conocidas como celdas 14. Las celdas 14 pueden ser cuadradas, rectangulares, poligonales y/o de cualquier otra forma apropiada. En ejemplos particulares, el espacio de trabajo 70 se puede dividir de manera que las celdas 14 tengan dimensiones ligeramente mayores que los soportes de inventario 30. Esto puede permitir al sistema de inventario 10 utilizar un espacio de trabajo 70 de tamaño mínimo sin colisiones que ocurran entre los soportes de inventario 30 que se transportan a través de celdas 14 colindantes. En general, no obstante, las celdas 14 pueden dimensionarse de cualquier manera adecuada en base a la configuración y características de los componentes del sistema de inventario 10. Adicionalmente, el espacio de trabajo 70 puede utilizar una cuadrícula 12 irregular en la que el tamaño y/o la forma pueden variar de celda 14 a celda 14.

En operación, el módulo de gestión 15 selecciona componentes apropiados para completar tareas particulares y transmite asignaciones de tareas 18 a los componentes seleccionados para desencadenar la terminación de las tareas pertinentes. Cada asignación de tarea 18 define una o más tareas a ser completadas por un componente particular. Estas tareas pueden referirse a la retirada, almacenamiento, reposición y recuento de artículos de inventario y/o la gestión de las unidades de accionamiento móviles 20, los soportes de inventario 30, las estaciones de inventario 50 y otros componentes del sistema de inventario 10. Dependiendo del componente y la tarea a ser completada, una asignación de tarea 18 particular puede identificar ubicaciones, componentes y/o acciones asociadas con la tarea correspondiente y/o cualquier otra información apropiada a ser usada por el componente pertinente en la terminación de la tarea asignada.

En ejemplos particulares, el módulo de gestión 15 genera asignaciones de tareas 18 en base, en parte, a las peticiones de inventario que recibe el módulo de gestión 15 de otros componentes del sistema de inventario 10 y/o de componentes externos en comunicación con el módulo de gestión 15. Estas peticiones de inventario identifican operaciones particulares a ser completadas que implican artículos de inventario almacenados o para ser almacenados dentro del sistema de inventario 10 y pueden representar comunicación de cualquier forma adecuada. Por ejemplo, en ejemplos particulares, una petición de inventario puede representar un pedido de envío que especifica artículos de inventario particulares que se han comprado por un cliente y que tienen que ser recuperados del sistema de inventario 10 para su envío al cliente. El módulo de gestión 15 también puede generar las asignaciones de tareas 18 independientemente de tales peticiones de inventario, como parte de la gestión y mantenimiento total del sistema de inventario 10. Por ejemplo, el módulo de gestión 15 puede generar asignaciones de tareas 18 en respuesta a la aparición de un evento particular (por ejemplo, en respuesta a una unidad de accionamiento móvil 20 que solicita espacio para aparcar), según una programación predeterminada (por ejemplo, como parte de una rutina de arranque diaria) o en cualquier momento apropiado en base a la configuración y características del sistema de inventario 10. Después de generar una o más asignaciones de tareas 18, el módulo de gestión 15 transmite las asignaciones de tareas 18 generadas a componentes apropiados para la terminación de la tarea correspondiente. Los componentes pertinentes entonces ejecutan sus tareas asignadas.

Con respecto a las unidades de accionamiento móviles 20 específicamente, el módulo de gestión 15 puede, en ejemplos particulares, comunicar las asignaciones de tareas 18 a unidades de accionamiento móviles 20 seleccionadas que identifican uno o más destinos para las unidades de accionamiento móviles 20 seleccionadas. El módulo de gestión 15 puede seleccionar una unidad de accionamiento móvil 20 para asignar la tarea pertinente en base a la ubicación o el estado de la unidad de accionamiento móvil 20 seleccionada, una indicación de que la unidad de accionamiento móvil 20 seleccionada ha completado una tarea previamente asignada, un programa predeterminado y/o cualquier otra consideración adecuada. Estos destinos se pueden asociar con una petición de inventario que el módulo de gestión 15 está ejecutando o un objetivo de gestión que el módulo de gestión 15 está intentando cumplir. Por ejemplo, la asignación de tarea puede definir la ubicación de un soporte de inventario 30 a ser recuperado, una estación de inventario 50 a ser visitada, una ubicación de almacenamiento donde la unidad de accionamiento móvil 20 debería aparcar hasta recibir otra tarea o una ubicación asociada con cualquier otra tarea apropiada en base a la configuración, características y/o estado de sistema de inventario 10, como un todo o componentes individuales del sistema de inventario 10. Por ejemplo, tales decisiones se pueden basar en la popularidad de artículos de inventario particulares, la dotación de personal de una estación de inventario 50 particular, las tareas asignadas actualmente a una unidad de accionamiento móvil 20 y/u cualquier otra consideración apropiada.

Como parte de la cumplimentación de estas tareas las unidades de accionamiento móviles 20 pueden acoplarse con y transportar soportes de inventario 30 dentro del espacio de trabajo 70. Las unidades de accionamiento móviles 20 pueden acoplarse con los soportes de inventario 30 conectando a, elevando y/o de otro modo interactuando con los soportes de inventario 30 de cualquier otra forma adecuada de manera que, cuando están anclados, las unidades de accionamiento móviles 20 están acopladas a y/o soportan los soportes de inventario 30 y pueden mover los soportes de inventario 30 dentro del espacio de trabajo 70. Mientras que la descripción de más adelante se centra en ejemplos particulares de la unidad de accionamiento móvil 20 y el soporte de inventario 30 que están configurados para acoplarse de una manera particular, ejemplos alternativos de la unidad de accionamiento móvil 20 y el soporte de inventario 30 se pueden configurar para acoplarse de cualquier manera adecuada para permitir a la unidad de accionamiento móvil 20 mover el soporte de inventario 30 dentro del espacio de trabajo 70. Adicionalmente, como se señala más adelante, en ejemplos particulares, las unidades de accionamiento móviles 20 representan todo o parte de los soportes de inventario 30. En tales ejemplos las unidades de accionamiento móviles 20 pueden no acoplarse con los soportes de inventario 30 antes de transportar los soportes de inventario 30 y/o las unidades de

accionamiento móviles 20 cada una puede permanecer continuamente acoplada con un soporte de inventario 30 particular.

5 Mientras que los componentes apropiados del sistema de inventario 10 completan las tareas asignadas, el módulo de gestión 15 puede interactuar con los componentes pertinentes para asegurar el uso eficiente del espacio, equipo, mano de obra y otros recursos disponibles para el sistema de inventario 10. Como ejemplo específico de tal interacción, el módulo de gestión 15 es responsable, en ejemplos particulares, de la planificación de los caminos que las unidades de accionamiento móviles 20 toman cuando se mueven dentro del espacio de trabajo 70 y de asignar el uso de una parte particular del espacio de trabajo 70 a una unidad de accionamiento móvil 20 particular con los propósitos de completar un tarea asignada. En tales ejemplos, las unidades de accionamiento móviles 20 pueden, en respuesta a ser asignadas con una tarea, solicitar un camino a un destino particular asociado con la tarea. Además, mientras que la descripción de más adelante se centra en uno o más ejemplos en los que la unidad de accionamiento móvil 20 solicita caminos desde el módulo de gestión 15, la unidad de accionamiento móvil 20 puede, en ejemplos alternativos, generar sus propios caminos.

15 El módulo de gestión 15 puede seleccionar un camino entre la ubicación actual de la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante y el destino solicitado y comunicar información que identifica este camino a la unidad de accionamiento móvil 20. El módulo de gestión 15 puede utilizar el conocimiento de la congestión actual, las tendencias históricas de tráfico, la priorización de tareas y/u otras consideraciones apropiadas para seleccionar un camino óptimo para la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante a tomar para llegar al destino. Adicionalmente, en la planificación de la ruta (o en la asignación de tarea), el módulo de gestión 15 puede tomar decisiones informadas con respecto al uso de elevadores, cintas transportadoras, rampas, túneles y/u otros equipos de transporte o rasgos del espacio de trabajo 70 para facilitar el movimiento de la unidad de accionamiento móvil 20, como se trata más adelante con respecto a las FIGURAS 15-17.

25 Después de recibir un camino desde el módulo de gestión 15, la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante entonces puede moverse al destino, atravesando el camino de una manera segmento a segmento. Antes de comenzar un segmento particular, la unidad de accionamiento móvil 20 pertinente puede solicitar permiso para usar el segmento desde el módulo de gestión 15. Como resultado, el módulo de gestión 15 puede reservar el segmento para uso de esa unidad de accionamiento móvil 20. Como resultado, el módulo de gestión 15 también puede ser responsable de resolver peticiones concurrentes para el uso de una parte particular del espacio de trabajo 70. Un ejemplo de implementación de este proceso se trata en mayor detalle más adelante en conjunto con la FIGURA 5.

30 Además, los componentes del sistema de inventario 10 pueden proporcionar información al módulo de gestión 15 con respecto a su estado actual, otros componentes del sistema de inventario 10 con los que están interactuando y/u otras condiciones pertinentes para la operación del sistema de inventario 10. Esto puede permitir al módulo de gestión 15 utilizar la realimentación de los componentes pertinentes para actualizar parámetros del algoritmo, ajustar políticas o modificar de otro modo su toma de decisiones para responder a cambios en las condiciones de operación o la aparición de eventos particulares.

35 Además, mientras que el módulo de gestión 15 se puede configurar para gestionar diversos aspectos de la operación de los componentes del sistema de inventario 10, en ejemplos particulares, los componentes por sí mismos también pueden ser responsables de la toma de decisiones en relación a ciertos aspectos de su operación, reduciendo por ello la carga de procesamiento en el módulo de gestión 15. En particular, los componentes individuales se pueden configurar para responder independientemente a ciertas circunstancias localizadas de una manera que permita a estos componentes mejorar su eficacia sin reducir la eficiencia global del sistema de inventario 10. Como ejemplo, bajo ciertas condiciones, el módulo de gestión 15 puede modificar sus políticas con respecto a las reservas de segmentos para permitir el movimiento simultáneo de múltiples unidades de accionamiento móviles 20 en una celda 14 particular del espacio de trabajo 70, permitiendo a las unidades de accionamiento móviles 20 pertinentes operar en mayor proximidad unas con otras que se permitiría de otro modo. Cuando se opera bajo tales condiciones, el módulo de gestión 15 puede basarse en la toma de decisiones independiente de las unidades de accionamiento móviles 20 para evitar colisiones. Las FIGURAS 12A-12E, 13 y 14 ilustran un ejemplo de unidades de accionamiento móviles 20 que operan bajo tales condiciones.

50 De esta manera, en base a su conocimiento de la ubicación, el estado actual y/u otras características de los diversos componentes del sistema de inventario 10 y una conciencia de todas las tareas que se completaron actualmente, el módulo de gestión 15 puede generar tareas, asignar el uso de recursos del sistema y de otro modo dirigir la finalización de tareas por los componentes individuales de una manera que optimiza la operación desde una perspectiva amplia del sistema. Además, basándose en una combinación de tanto la gestión centralizada amplia del sistema como la toma de decisiones localizada de componente específico, ejemplos particulares del sistema de inventario 10 pueden ser capaces de soportar una serie de técnicas para ejecutar de manera eficiente diversos aspectos de la operación del sistema de inventario 10. Como resultado, ejemplos particulares del módulo de gestión 15 pueden, implementando una o más técnicas de gestión descritas más adelante, mejorar la eficiencia del sistema de inventario 10 y/o proporcionar otros beneficios de operación.

60 Las FIGURAS 2-4 ilustran en mayor detalle los contenidos de ejemplos particulares del módulo de gestión 15, la unidad de accionamiento móvil 20 y el soporte de inventario 30, respectivamente. Las FIGURAS 5-20 ilustran

ejemplos de técnicas ejemplos de gestión específica que se pueden soportar por ciertos ejemplos del sistema de inventario 10. Aunque las FIGURAS 2-4 describen ejemplos particulares del módulo de gestión 15, la unidad de accionamiento móvil 20 y el soporte de inventario 30 las técnicas descritas con respecto a las FIGURAS 5-20 se pueden utilizar en sistemas de inventario 10 que utilicen cualquier tipo apropiado de componentes.

5 La FIGURA 2 ilustra en mayor detalle los componentes de unos ejemplos particulares del módulo de gestión 15. Como se muestra, el ejemplo incluye un módulo de programación de recursos 92, un módulo de planificación de ruta 94, un módulo de reserva de segmento 96, un módulo de interfaz de comunicación 98, un procesador 90 y una memoria 91. El módulo de gestión 15 puede representar un único componente, múltiples componentes situados en una ubicación central dentro del sistema de inventario 10 o múltiples componentes distribuidos por todo el sistema de inventario 10. Por ejemplo, el módulo de gestión 15 puede representar componentes de una o más unidades de accionamiento móviles 20 que son capaces de comunicar información entre las unidades de accionamiento móviles 20 y coordinar el movimiento de las unidades de accionamiento móviles 20 dentro del espacio de trabajo 70. En general, el módulo de gestión 15 puede incluir cualquier combinación apropiada de hardware y/o software adecuados para proporcionar la funcionalidad descrita.

15 El procesador 90 es operable para ejecutar instrucciones asociadas con la funcionalidad proporcionada por el módulo de gestión 15. El procesador 90 puede comprender uno o más ordenadores de propósito general, microprocesadores dedicados u otros dispositivos de procesamiento capaces de comunicar información electrónica. Ejemplos de procesador 90 incluyen uno o más circuitos integrados de aplicaciones específicas (ASIC), disposiciones de puertas programables en campo (FPGA), procesadores digitales de señal (DSP) y cualquier otro procesador de propósito específico o general adecuado.

20 La memoria 91 almacena instrucciones de procesador, peticiones de inventario, información de reservas, información de estado de los diversos componentes del sistema de inventario 10 y/o cualquier otro valor, parámetro o información apropiados utilizados por el módulo de gestión 15 durante la operación. La memoria 91 puede representar cualquier colección y disposición de dispositivos locales o remotos, volátiles o no volátiles adecuados para almacenar datos. Ejemplos de la memoria 91 incluyen, pero no se limitan a, dispositivos de memoria de acceso aleatorio (RAM), dispositivos de memoria de sólo lectura (ROM), dispositivos de almacenamiento magnético, dispositivos de almacenamiento óptico o cualquier otro dispositivo de almacenamiento de datos adecuado.

25 El módulo de programación de recursos 92 procesa las peticiones de inventario recibidas y genera una o más tareas a ser completadas por los componentes del sistema de inventario 10. El módulo de programación de recursos 92 también puede seleccionar uno o más componentes apropiados para completar las tareas asignadas y, usando el módulo de interfaz de comunicación 98, comunicar las tareas asignadas a los componentes pertinentes. Adicionalmente, el módulo de programación de recursos 92 también puede ser responsable de generar tareas asignadas asociadas con diversas operaciones de gestión, tal como la que provocó a las unidades de accionamiento móviles 20 recargar las baterías o haber sustituido las baterías, dando instrucciones a las unidades de accionamiento móviles 20 inactivas para aparcar en una ubicación fuera del flujo de tráfico previsto o una ubicación cerca del lugar previsto de tareas futuras y/o dirigir las unidades de accionamiento móviles 20 seleccionadas para reparación o mantenimiento para moverse hacia una estación de mantenimiento designada.

30 El módulo de planificación de ruta 94 recibe las peticiones de ruta desde las unidades de accionamiento móviles 20. Estas rutas requieren identificar uno o más destinos asociados con una tarea que está ejecutando la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante. En respuesta a recibir una petición de ruta, el módulo de planificación de ruta 94 genera un camino a uno o más destinos identificados en la petición de ruta. El módulo de planificación de ruta 94 puede implementar cualquier algoritmo apropiado utilizando cualquier parámetro, factor y/o consideración apropiados para determinar el camino apropiado. Después de generar un camino apropiado, el módulo de planificación de ruta 94 transmite una respuesta de ruta que identifica el camino generado a la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante usando el módulo de interfaz de comunicación 98. Este proceso se trata con mayor detalle más adelante con respecto a la FIGURA 5.

35 El módulo de reserva de segmento 96 recibe peticiones de reserva desde las unidades de accionamiento móviles 20 que intentan moverse a lo largo de caminos generados por el módulo de planificación de ruta 94. Estas peticiones de reserva solicitan el uso de una parte particular del espacio de trabajo 70 (conocido en este documento como un "segmento") para permitir a la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante evitar colisiones con otras unidades de accionamiento móviles 20, mientras que se mueven a través del segmento reservado. En respuesta a las peticiones de reserva recibidas, el módulo de reserva de segmento 96 transmite una respuesta de reserva concediendo o denegando la petición de reserva a la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante usando el módulo de interfaz de comunicación 98. Este proceso también se trata con mayor detalle más adelante con respecto a la FIGURA 5.

40 El módulo de interfaz de comunicación 98 facilita la comunicación entre el módulo de gestión 15 y otros componentes del sistema de inventario 10, incluyendo respuestas de reserva, peticiones de reserva, peticiones de ruta, respuestas de ruta y asignaciones de tareas. Estas respuestas de reserva, peticiones de reserva, peticiones de ruta, respuestas de ruta y asignaciones de tareas pueden representar una comunicación de cualquier forma apropiada en base a las capacidades del módulo de gestión 15 y pueden incluir cualquier información adecuada. Dependiendo de la configuración del módulo de gestión 15, el módulo de interfaz de comunicación 98 puede ser

responsable de facilitar cualquiera de las dos o ambas de comunicación por cable o inalámbrica entre el módulo de gestión 15 y los diversos componentes del sistema de inventario 10. En ejemplos particulares, el módulo de gestión 15 puede comunicar usando protocolos de comunicación tales como los estándares 802.11, Bluetooth o Asociación de Datos por Infrarrojos (IrDA). Además, el módulo de gestión 15 puede, en ejemplos particulares, representar una parte de la unidad de accionamiento móvil 20 u otros componentes del sistema de inventario 10. En tales ejemplos, el módulo de interfaz de comunicación 98 puede facilitar comunicación entre el módulo de gestión 15 y otras partes del mismo componente del sistema.

En general, el módulo de programación de recursos 92, el módulo de planificación de ruta 94, el módulo de reserva de segmento 96 y el módulo de interfaz de comunicación 98 pueden representar cada uno cualquier hardware y/o software apropiados adecuados para proporcionar la funcionalidad descrita. Además, como se señaló anteriormente, el módulo de gestión 15 puede, en ejemplos particulares, representar múltiples componentes discretos diferentes y cualquiera o todos del módulo de programación de recursos 92, el módulo de planificación de ruta 94, el módulo de reserva de segmento 96 y el módulo de interfaz de comunicación 98 pueden representar componentes físicamente separados de los elementos restantes del módulo de gestión 15. Además, cualquiera de los dos o más del módulo de programación de recursos 92, el módulo de planificación de ruta 94, el módulo de reserva de segmento 96 y el módulo de interfaz de comunicación 98 pueden compartir componentes comunes. Por ejemplo, en ejemplos particulares, el módulo de programación de recursos 92, el módulo de planificación de ruta 94, el módulo de reserva de segmento 96 representan procesos informáticos que se ejecutan en el procesador 90 y el módulo de interfaz de comunicación 98 comprende un transmisor inalámbrico, un receptor inalámbrico y un proceso informático relacionado que se ejecuta en el procesador 90.

Las FIGURAS 3A y 3B ilustran en mayor detalle los componentes de un ejemplo particular de la unidad de accionamiento móvil 20. En particular, las FIGURAS 3A y 3B incluyen una vista delantera y lateral de una unidad de accionamiento móvil 20 ejemplo. La unidad de accionamiento móvil 20 incluye un cabezal de acoplamiento 110, un módulo de accionamiento 120, un accionador de acoplamiento 130 y un módulo de control 170. Adicionalmente, la unidad de accionamiento móvil 20 puede incluir uno o más sensores configurados para detectar o determinar la ubicación de la unidad de accionamiento móvil 20, el soporte de inventario 30 y/u otros elementos apropiados del sistema de inventario 10. En el ejemplo ilustrado, la unidad de accionamiento móvil 20 incluye un sensor de posición 140, un sensor de soporte 150, un sensor de obstáculos 160 y un transmisor de señal de identificación 162.

El cabezal de acoplamiento 110, en ejemplos particulares de la unidad de accionamiento móvil 20, acopla la unidad de accionamiento móvil 20 al soporte de inventario 30 y/o soporta el soporte de inventario 30 cuando la unidad de accionamiento móvil 20 está acoplada al soporte de inventario 30. El cabezal de acoplamiento 110 adicionalmente puede permitir a la unidad de accionamiento móvil 20 maniobrar el soporte de inventario 30, tal como elevando el soporte de inventario 30, propulsando el soporte de inventario 30, rotando el soporte de inventario 30 y/o moviendo el soporte de inventario 30 de cualquier otra manera apropiada. El cabezal de acoplamiento 110 también puede incluir cualquier combinación apropiada de componentes, tales como nervios, espigas o corrugaciones, para facilitar tal manipulación del soporte de inventario 30. Por ejemplo, el cabezal de acoplamiento 110 puede incluir una parte de alta fricción que se apoya con una parte del soporte de inventario 30 mientras que la unidad de accionamiento móvil 20 se acopla al soporte de inventario 30. En tales ejemplos, las fuerzas de fricción creadas entre la parte de alta fricción del cabezal de acoplamiento 110 y una superficie del soporte de inventario 30 puede inducir un movimiento de traslación y de rotación en el soporte de inventario 30 cuando el cabezal de acoplamiento 110 se mueve y rota, respectivamente. Como resultado, la unidad de accionamiento móvil 20 puede ser capaz de manipular el soporte de inventario 30 moviendo o rotando el cabezal de acoplamiento 110 o bien independientemente o bien como parte del movimiento de la unidad de accionamiento móvil 20 como un todo.

El módulo de accionamiento 120 propulsa la unidad de accionamiento móvil 20 y, cuando la unidad de accionamiento móvil 20 y el soporte de inventario 20 están acoplados, el soporte de inventario 30. El módulo de accionamiento 120 puede representar cualquier colección apropiada de componentes operables para propulsar el módulo de accionamiento 120. Por ejemplo, en el ejemplo ilustrado, el módulo de accionamiento 120 incluye un eje motorizado 122, un par de ruedas motorizadas 124 y un par de ruedas de estabilización 126. Una rueda motorizada 124 se sitúa en cada extremo del eje motorizado 122 y una rueda de estabilización 126 se coloca en cada extremo de la unidad de accionamiento móvil 20.

El accionador de acoplamiento 130 mueve el cabezal de acoplamiento 110 hacia el soporte de inventario 30 para facilitar el acoplamiento de la unidad de accionamiento móvil 20 y el soporte de inventario 30. El accionador de acoplamiento 130 también puede ser capaz de ajustar la posición u orientación del cabezal de acoplamiento 110 de otras maneras adecuadas para facilitar el acoplamiento. El accionador de acoplamiento 130 puede incluir cualquier componente apropiado, en base a la configuración de la unidad de accionamiento móvil 20 y el soporte de inventario 30, para mover el cabezal de acoplamiento 110 o de otro modo ajustar la posición u orientación del cabezal de acoplamiento 110. Por ejemplo, en el ejemplo ilustrado, el accionador de acoplamiento 130 incluye un eje motorizado (no mostrado) unido al centro del cabezal de acoplamiento 110. El eje motorizado es operable para levantar el cabezal de acoplamiento 110 según sea adecuado para acoplar con el soporte de inventario 30.

El módulo de accionamiento 120 se puede configurar para propulsar la unidad de accionamiento móvil 20 de cualquier manera apropiada. Por ejemplo, en el ejemplo ilustrado, las ruedas motorizadas 124 son operables para

rotar en una primera dirección para propulsar la unidad de accionamiento móvil 20 en una dirección hacia adelante. Las ruedas motorizadas 124 también son operables para rotar en una segunda dirección para propulsar la unidad de accionamiento móvil 20 en una dirección hacia atrás. En el ejemplo ilustrado, el módulo de accionamiento 120 también está configurado para rotar la unidad de accionamiento móvil 20 rotando las ruedas motorizadas 124 en direcciones diferentes una de otra o rotando las ruedas motorizadas 124 a diferente velocidad una de otra.

El sensor de posición 140 representa uno o más sensores, detectores u otros componentes adecuados para determinar la ubicación de la unidad de accionamiento móvil 20 de cualquier manera apropiada. Por ejemplo, en ejemplos particulares, el espacio de trabajo 70 asociado con el sistema de inventario 10 incluye una serie de marcas de referencia que marcan puntos en una cuadrícula bidimensional que cubre todo o una parte del espacio de trabajo 70. En tales ejemplos, el sensor de posición 140 puede incluir una cámara y componentes de procesamiento de imagen y/o vídeo adecuados, tales como un procesador digital de señal programado apropiadamente, para permitir al sensor de posición 140 detectar marcas de referencia dentro del campo de visión de la cámara. El módulo de control 170 puede almacenar información de ubicación que el sensor de posición 140 actualiza a medida que sensor de posición 140 detecta marcas de referencia. Como resultado, el sensor de posición 140 puede utilizar marcas de referencia para mantener una indicación precisa de la ubicación de la unidad de accionamiento móvil 20 y para ayudar en la navegación cuando se mueve dentro del espacio de trabajo 70.

El sensor de soporte 150 representa uno o más sensores, detectores u otros componentes adecuados para detectar el soporte de inventario 30 y/o determinar, de cualquier manera apropiada, la ubicación del soporte de inventario 30, como una ubicación absoluta o como una posición relativa a la unidad de accionamiento móvil 20. El sensor de soporte 150 puede ser capaz de detectar la ubicación de una parte particular del soporte de inventario 30 o el soporte de inventario 30 como un todo. La unidad de accionamiento móvil 20 puede usar entonces la información detectada para acoplarse con o de otro modo interactuar con el soporte de inventario 30.

El sensor de obstáculos 160 representa uno o más sensores capaces de detectar objetos situados en una o más direcciones diferentes en las que la unidad de accionamiento móvil 20 es capaz de moverse. El sensor de obstáculos 160 puede utilizar cualquier componente y técnica adecuados, incluyendo dispositivos de detección óptica, radar, sonar, detección de presión y/u otros tipos apropiados para detectar los objetos situados en la dirección de recorrido de la unidad de accionamiento móvil 20. En ejemplos particulares, el sensor de obstáculos 160 puede transmitir información que describe objetos que detecta al módulo de control 170 a ser usado por el módulo de control 170 para identificar los obstáculos y tomar las acciones correctivas apropiadas para evitar a la unidad de accionamiento móvil 20 chocar con obstáculos y/u otros objetos.

El sensor de obstáculos 160 también puede detectar señales transmitidas por otras unidades de accionamiento móviles 20 que operan en las inmediaciones de la unidad de accionamiento móvil 20 ilustrada. Por ejemplo, en ejemplos particulares del sistema de inventario 10, una o más unidades de accionamiento móviles 20 pueden incluir un transmisor de señal de identificación 162 que transmite una señal de identificación de accionamiento. La señal de identificación de accionamiento indica a otras unidades de accionamiento móviles 20 que el objeto que transmite la señal de identificación de accionamiento es de hecho una unidad de accionamiento móvil. El transmisor de señal de identificación 162 puede ser capaz de transmitir señales de infrarrojos, ultravioleta, audio, luz visible, radio y/o otras adecuadas que indican a los destinatarios que el dispositivo de transmisión es una unidad de accionamiento móvil 20.

Además, en ejemplos particulares, el sensor de obstáculos 160 también puede ser capaz de detectar información de estado transmitida por otras unidades de accionamiento móviles 20. Por ejemplo, en ejemplos particulares, la señal de identificación del transmisor 162 puede ser capaz de incluir información de estado relativa a la unidad de accionamiento móvil 20 en la señal de identificación transmitida. Esta información de estado puede incluir, pero no se limita a, la posición, velocidad, dirección y las capacidades de frenado de la unidad de accionamiento móvil 20 que transmite. En ejemplos particulares la unidad de accionamiento móvil 20 puede usar la información de estado transmitida por otras unidades de accionamiento móviles para evitar colisiones cuando se opera en estrecha proximidad con esas otras unidades de accionamiento móviles. Las FIGURAS 12A-12E ilustran un ejemplo de cómo se puede implementar este proceso en ejemplos particulares del sistema de inventario 10.

El módulo de control 170 monitoriza y/o controla la operación del módulo de accionamiento 120 y el accionador de acoplamiento 130. El módulo de control 170 también puede recibir información desde sensores tales como el sensor de posición 140 y el sensor de soporte 150 y ajustar la operación del módulo de accionamiento 120, el accionador de acoplamiento 130 y/u otros componentes de la unidad de accionamiento móvil 20 en base a esta información. Adicionalmente, en ejemplos particulares, la unidad de accionamiento móvil 20 se puede configurar para comunicarse con un dispositivo de gestión del sistema de inventario 10 y el módulo de control 170 puede recibir comandos transmitidos a la unidad de accionamiento móvil 20 y comunicar la información de vuelta al dispositivo de gestión que utiliza componentes de comunicación apropiados de la unidad de accionamiento móvil 20. El módulo de control 170 puede incluir cualquier hardware y/o software apropiado adecuado para proporcionar la funcionalidad descrita. En ejemplos particulares, el módulo de control 170 incluye un microprocesador de propósito general programado para proporcionar la funcionalidad descrita. Adicionalmente, el módulo de control 170 puede incluir todo o partes del accionador de acoplamiento 120, el módulo de accionamiento 130, el sensor de posición 140 y/o el

sensor de soporte 150 y/o compartir componentes con cualquiera de estos elementos de la unidad de accionamiento móvil 20.

Además, en ejemplos particulares, el módulo de control 170 puede incluir hardware y software situado en componentes que son físicamente distintos del dispositivo que aloja el módulo de accionamiento 120, el accionador de acoplamiento 130 y/o los otros componentes de la unidad de accionamiento móvil 20 descritos anteriormente. Por ejemplo, en ejemplos particulares, cada unidad de accionamiento móvil 20 que opera en el sistema de inventario 10 puede estar asociada con un proceso software (denominado aquí como un "agente de accionamiento") que opera en un servidor que está en comunicación con el dispositivo que aloja el módulo de accionamiento 120, el accionador de acoplamiento 130 y otros componentes apropiados de la unidad de accionamiento móvil 20. Este agente de accionamiento puede ser responsable de solicitar y recibir tareas, solicitar y recibir rutas, transmitir información de estado asociada con la unidad de accionamiento móvil 20 y/o de otro modo interactuar con el módulo de gestión 15 y otros componentes del sistema de inventario 10 en nombre del dispositivo que físicamente aloja el módulo de accionamiento 120, el accionador de acoplamiento 130 y los otros componentes apropiados de la unidad de accionamiento móvil 20. Como resultado, para los propósitos de esta descripción y las reivindicaciones que siguen, el término "unidad de accionamiento móvil" incluye software y/o hardware, tales como procesos de agente, que proporciona la funcionalidad descrita en nombre de la unidad de accionamiento móvil 20, pero que se puede situar en dispositivos físicamente distintos del módulo de accionamiento 120, el accionador de acoplamiento 130 y/o los otros componentes de la unidad de accionamiento móvil 20 descritos anteriormente.

Mientras que las FIGURAS 3A y 3B ilustran un ejemplo particular de unidad de accionamiento móvil 20 que contiene ciertos componentes y configurada para operar de una manera particular, la unidad de accionamiento móvil 20 puede representar cualquier componente y/o colección de componentes apropiados configurados para transportar y/o facilitar el transporte de los soportes de inventario 30. Como otro ejemplo, la unidad de accionamiento móvil 20 puede representar parte de un sistema de puente grúa en el que uno o más conjuntos de grúa son capaces de moverse dentro de una red de cables o carriles a una posición adecuada para acoplarse con un soporte de inventario 30 particular. Después de acoplarse con el soporte inventario 30, el conjunto de grúa entonces puede levantar el soporte de inventario 30 y mover el inventario a otro lugar con el propósito de completar una tarea asignada.

Además, en ejemplos particulares, la unidad de accionamiento móvil 20 puede representar todo o una parte del soporte de inventario 30. El soporte de inventario 30 puede incluir ruedas motorizadas u otros componentes adecuados para permitir al soporte de inventario 30 propulsarse por sí mismo. Como un ejemplo específico, una parte del soporte de inventario 30 puede ser sensible a campos magnéticos. El sistema de inventario 10 puede ser capaz de generar uno o más campos magnéticos controlados capaces de propulsar, maniobrar y/o de otro modo controlar la posición de soporte de inventario 30 como resultado de la parte sensible del soporte de inventario 30. En tales ejemplos, la unidad de accionamiento móvil 20 puede representar la parte sensible del soporte de inventario 30 y/o los componentes del sistema de inventario 10 responsables de la generación y el control de estos campos magnéticos. Aunque esta descripción proporciona varios ejemplos específicos, la unidad de accionamiento móvil 20 puede, en general, representar cualquier componente y/o colección de componentes apropiada configurados para transportar y/o facilitar el transporte de los soportes de inventario 30.

La FIGURA 4 ilustra en mayor detalle los componentes de un ejemplo particular de soporte de inventario 30. En particular, la FIGURA 4 ilustra la estructura y los contenidos de un lado de un soporte de inventario 30 ejemplo. En un ejemplo particular, el soporte de inventario 30 puede comprender cualquier número de caras con estructura similar o diferente. Como se ilustra, el soporte de inventario 30 incluye un bastidor 310, una pluralidad de patas 328 y una superficie de acoplamiento 350.

El bastidor 310 sujeta los artículos de inventario 40. El bastidor 310 proporciona espacio de almacenamiento para almacenar artículos de inventario 40 externos o internos al bastidor 310. El espacio de almacenamiento proporcionado por el bastidor 310 se puede dividir en una pluralidad de contenedores de inventario 320, cada uno capaz de contener artículos de inventario 40. Los contenedores de inventario 320 pueden incluir cualquier elemento de almacenamiento adecuado, tal como contenedores, compartimentos o ganchos.

En un ejemplo particular el bastidor 310 se compone de una pluralidad de bandejas 322 apiladas unas sobre otras y unidas a o apiladas sobre una base 318. En tal ejemplo los contenedores de inventario 320 pueden estar formados por una pluralidad de divisores ajustables 324 que se pueden mover para cambiar el tamaño de uno o más contenedores de inventario 320. En ejemplos alternativos, el bastidor 310 puede representar un único contenedor de inventario 320 que incluye una única bandeja 322 y divisores no ajustables 324. Adicionalmente, en ejemplos particulares, el bastidor 310 puede representar una superficie de soporte de carga montada en un elemento de movilidad 330. Los artículos de inventario 40 se pueden almacenar sobre tal soporte de inventario 30 siendo colocados sobre el bastidor 310. En general, el bastidor 310 puede incluir espacio de almacenamiento interno y/o espacio de almacenamiento externo dividido en cualquier número adecuado de contenedores de inventario 320 de cualquier manera apropiada.

Adicionalmente, en un ejemplo particular, el bastidor 310 puede incluir una pluralidad de aberturas de dispositivo 326 que permiten a la unidad de accionamiento móvil 20 colocar el cabezal de acoplamiento 110 adyacente a la

superficie de acoplamiento 350. El tamaño, la forma y colocación de las aberturas de dispositivo 326 se pueden determinar en base al tamaño, la forma y otras características del ejemplo particular de la unidad móvil de accionamiento 20 y/o el soporte de inventario 30 utilizado por el sistema de inventario 10. Por ejemplo, en el ejemplo ilustrado, el bastidor 310 incluye cuatro patas 328 que forman las aberturas de dispositivo 326 y permiten a la unidad de accionamiento móvil 20 colocar la unidad de accionamiento móvil 20 debajo del bastidor 310 y adyacente a la superficie de acoplamiento 350. La longitud de las patas 328 se puede determinar en base a una altura de unidad de accionamiento móvil 20.

La superficie de acoplamiento 350 comprende una parte de soporte de inventario 30 que se acopla a, se apoya y/o descansa sobre una parte del cabezal de acoplamiento 110, cuando la unidad de accionamiento móvil 20 está acoplada al soporte de inventario 30. Adicionalmente, la superficie de acoplamiento 350 soporta una parte o todo el peso del soporte de inventario 30 mientras que el soporte de inventario 30 está acoplado con la unidad de accionamiento móvil 20. La composición, forma y/o textura de la superficie de acoplamiento 350 se puede diseñar para facilitar la maniobra del soporte de inventario 30 por unidad de accionamiento móvil 20. Por ejemplo, como se señaló anteriormente, en ejemplos particulares, la superficie de acoplamiento 350 puede comprender una parte de alta fricción. Cuando la unidad de accionamiento móvil 20 y el soporte de inventario 30 están acoplados, las fuerzas de fricción inducidas entre el cabezal de acoplamiento 110 y esta parte de alta fricción pueden permitir a la unidad de accionamiento móvil 20 maniobrar el soporte de inventario 30. Adicionalmente, en ejemplos particulares, la superficie de acoplamiento 350 puede incluir componentes apropiados adecuados para recibir una porción del cabezal de acoplamiento 110, acoplar el soporte de inventario 30 a la unidad de accionamiento móvil 20 y/o facilitar el control del soporte de inventario 30 por unidad de accionamiento móvil 20.

El identificador de soporte 360 marca una parte predeterminada del soporte de inventario 30 y la unidad de accionamiento móvil 20 puede usar el identificador de soporte 360 para alinearse con el soporte de inventario 30 durante el acoplamiento y/o para determinar la ubicación del soporte de inventario 30. Más específicamente, en ejemplos particulares, la unidad de accionamiento móvil 20 se puede equipar con componentes, tales como el sensor de soporte 150, que pueden detectar el identificador de soporte 360 y determinar su ubicación con respecto a la unidad de accionamiento móvil 20. Como resultado, la unidad de accionamiento móvil 20 puede ser capaz de determinar la ubicación del soporte de inventario 30 como un todo. Por ejemplo, en ejemplos particulares, el identificador de soporte 360 puede representar un marcador reflectante que está colocado en una ubicación predeterminada en el soporte de inventario 30 y que puede detectar ópticamente el sensor de soporte 150 usando una cámara configurada apropiadamente.

Las FIGURAS 5 y 6 ilustran una técnica para planificar y dirigir el movimiento de las unidades de accionamiento móviles 20 dentro del espacio de trabajo 70, mientras que las unidades de accionamiento móviles 20 completan las tareas asignadas. Más específicamente, la FIGURA 5 ilustra un ejemplo de cómo una unidad de accionamiento móvil 20 puede solicitar, desde el módulo de gestión 15, un camino a un destino asociado con una tarea asignada y luego interactuar con el módulo de gestión 15 para permitir a la unidad de accionamiento móvil 20 atravesar con éxito el camino. La FIGURA 6 es un diagrama de flujo que detalla la operación ejemplo de un ejemplo particular de la unidad de accionamiento móvil 20 en el movimiento a un destino designado según las técnicas ilustradas en la FIGURA 5.

La FIGURA 5 ilustra un ejemplo que muestra técnicas de encaminamiento y de reserva que se pueden utilizar en ejemplos particulares del sistema de inventario 10. En general, la FIGURA 5 ilustra un ejemplo en el que la unidad de accionamiento móvil 20 recibe una tarea asignada 18 del módulo de gestión 15 que da instrucciones a la unidad de accionamiento móvil 20 para recuperar el soporte de inventario 30a desde una celda de almacenamiento donde se sitúa actualmente el soporte de inventario 30a. La unidad de accionamiento móvil 20 solicita entonces un camino a la ubicación del soporte de inventario 30a y sigue el camino recibido a la ubicación pertinente.

En el ejemplo ilustrado del sistema de inventario 10, el espacio de trabajo 70 está asociado con una cuadrícula 12 que comprende una pluralidad de celdas 14 y las unidades de accionamiento móviles 20 están configuradas para moverse dentro del espacio de trabajo 70 navegando desde el centro de una celda 14 hasta el centro de otra. Sin embargo, en ejemplos alternativos, las unidades de accionamiento móviles 20 se pueden configurar para navegar la cuadrícula 12 de cualquier manera adecuada y los puntos de partida, destinos y cualquier punto intermedio en el camino atravesado por la unidad de accionamiento móvil 20 pueden representar o no el punto central de una celda 14 o cualquier otra parte de la cuadrícula 12. Además, aunque la FIGURA 5 ilustra un ejemplo basado en cuadrícula del sistema de inventario 10, ejemplos alternativos del sistema de inventario 10 pueden utilizar un espacio de trabajo sin cuadrícula que tenga una forma y la estructura arbitrarias.

Como se muestra en la FIGURA 5, el proceso de encaminamiento comienza con el módulo de gestión 15 que transmite una asignación de tarea 18 a la unidad de accionamiento móvil 20. La asignación de tarea 18 identifica uno o más destinos asociados con una tarea correspondiente. La asignación de tarea 18 puede identificar directamente los destinos pertinentes o por referencia a la ubicación conocida de componentes específicos (por ejemplo, un soporte de inventario 30 particular o estación de inventario 50) o una parte particular de espacio de trabajo 70. La asignación de tarea 18 también puede incluir cualquier información adicional adecuada para la unidad de accionamiento móvil 20 para usar a la terminación de la tarea asignada.

- Al recibir la asignación de tarea 18, la unidad de accionamiento móvil 20 solicita un camino a la ubicación identificada por la asignación de tarea 18 o si la asignación de tarea 18 identifica múltiples ubicaciones, a la primera ubicación identificada por la asignación de tarea 18. En el ejemplo ilustrado, la unidad de accionamiento móvil 20 solicita un camino transmitiendo una petición de ruta 22 al módulo de planificación de ruta 94. En ejemplos particulares, la petición de ruta 22 puede incluir una o más ubicaciones de destino y la ubicación actual de la unidad de accionamiento móvil 20 o la ubicación prevista de unidad de accionamiento móvil 20 cuando completa su segmento 17 actual. En ejemplos alternativos, el módulo de gestión 15 puede monitorizar independientemente la ubicación o tarea asignada de cada unidad de accionamiento móvil 20 y, en consecuencia, una o más de estas ubicaciones se pueden omitir de la petición de ruta 22.
- 10 Cuando el módulo de planificación de ruta 94 recibe una petición de ruta 22, el módulo de planificación de ruta 94 genera un camino 16 para la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante para usar en el movimiento desde su ubicación actual hasta el destino solicitado. Como se señaló anteriormente, el módulo de planificación de ruta 94 puede usar cualquier técnica adecuada para generar, seleccionar o determinar un camino 16 apropiado para la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante. El módulo de planificación de ruta 94 puede entonces comunicar información que identifica el camino 16 a la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante como parte de una respuesta de ruta 24. Por ejemplo, el módulo de planificación de ruta 94 puede comunicar información especificando ciertos puntos a lo largo del camino 16, especificando direcciones y distancias a moverse, especificando segmentos de camino conocidos para usar en el movimiento al destino solicitado, especificando otros equipos (por ejemplo, un elevador, cinta transportadora o camión) o rasgos del espacio de trabajo (tales como una rampa o túnel) a ser utilizados y/o indicar, de cualquier otra manera apropiada, la parte del espacio de trabajo 70 que la unidad de accionamiento móvil 20 debería atravesar en el movimiento entre su ubicación actual y el destino solicitado. En ejemplos particulares, el módulo de planificación de ruta 94 comunica el camino 16 a la unidad de accionamiento móvil 20 como parte de la respuesta de ruta 24.
- 25 Después de que el módulo de planificación de ruta 94 transmita información que identifica uno o más caminos 16, esta información se recibe por la unidad de accionamiento móvil 20. En ejemplos particulares, la unidad de accionamiento móvil 20 entonces puede almacenar esta información para uso posterior en la navegación a la ubicación de destino. La unidad de accionamiento móvil 20 entonces intenta reservar un segmento 17 u otra parte adecuada del camino 16. La unidad de accionamiento móvil 20 puede reservar un segmento 17 del camino 16 dando cualquier paso adecuado, en base a la configuración del sistema de inventario 10, para asegurar que ninguna otra unidad de accionamiento móvil 20 u otro tipo de dispositivo capaz de moverse dentro del espacio de trabajo 70, está o estará atravesando el segmento 17 reservado, colocado en el segmento 17 reservado y/o de otro modo impedir el movimiento a lo largo del segmento 17 reservado mientras que la unidad de accionamiento móvil 20 correspondiente tiene ese segmento 17 reservado.
- 35 En ejemplos particulares el módulo de planificación de ruta 94 puede, en respuesta a una petición de ruta 22 particular, generar múltiples caminos a un destino en particular. Además, el módulo de gestión 15 entonces puede transmitir todos los caminos 16 generados a la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante. Adicionalmente, el módulo de planificación de ruta 94 o la unidad de accionamiento móvil 20 pueden asignar una prioridad a cada uno de los caminos 16 generados. Como resultado, en tales ejemplos, la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante puede ser capaz de almacenar los múltiples caminos 16 generados por el módulo de planificación de ruta 94 y luego intentar reservar segmentos 17 del camino 16 de la más alta prioridad. Si se deniega la reserva intentada, la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante entonces puede intentar solicitar un segmento 17 del siguiente camino 16 de la más alta prioridad. La unidad de accionamiento móvil 20 solicitante entonces puede proceder a solicitar los segmentos 17 de cada uno de los caminos 16 recibidos en orden de prioridad hasta que la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante reserve con éxito los segmentos 17 de uno de los caminos 16 recibidos.
- 45 Además, en ejemplos particulares o bajo ciertas condiciones, se puede permitir a múltiples unidades de accionamiento móviles 20 utilizar un segmento 17 particular simultáneamente. En tales ejemplos, la unidad de accionamiento móvil 20 puede reservar un segmento de 17 dando cualquier paso apropiado para asegurar que las unidades de accionamiento móviles 20 que satisfacen condiciones particulares puedan usar el segmento reservado al mismo tiempo. Como ejemplo, en ejemplos particulares, el módulo de reserva de segmento 96 puede reservar un segmento particular dando los pasos apropiados para asegurar que solamente las unidades de accionamiento móviles 20 que se mueven en la misma dirección que la unidad de accionamiento móvil 20 pueden reservar el segmento 17 pertinente. Como otro ejemplo, en ejemplos particulares el sistema de inventario 10 se puede configurar para permitir a un número máximo predeterminado o concentración de unidades de accionamiento móviles 20 usar un segmento 17 dado y la unidad de accionamiento móvil 20 puede reservar un segmento 17 dado solicitando una reserva para ese segmento 17. El módulo de gestión 15 entonces puede conceder condicionalmente la reserva en base a si el número actual o la densidad de unidades de accionamiento móviles 20 que utilizan el segmento 17 solicitado es menor que el máximo predeterminado.
- 60 En el ejemplo ilustrado, la unidad de accionamiento móvil 20 reserva el segmento 17 transmitiendo una petición de reserva 26 al módulo de reserva de segmento 96. La petición de reserva 26 identifica el segmento 17 que la unidad de accionamiento móvil 20 está intentando reservar. La petición de reserva 26 puede identificar el segmento 17 pertinente de cualquier manera apropiada en base a la configuración y las capacidades de la unidad de accionamiento móvil 20 y el módulo de reserva de segmento 96. Por ejemplo, en ejemplos particulares, la petición

de reserva 26 identifica el segmento 17 pertinente identificando las coordenadas de inicio y finalización de ese segmento 17, especificando una dirección y distancia desde la ubicación actual de la unidad de accionamiento móvil 20 o incluyendo cualquier información adecuada desde la que se puede identificar el segmento 17 solicitado o bien independientemente o bien en base a otra información mantenida por el módulo de reserva de segmento 96 durante la operación.

El módulo de reserva de segmento 96 recibe la petición de reserva 26 y extrae información que identifica el segmento solicitado 17 de petición de reserva 26. El módulo de reserva de segmento 96 determina entonces si la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante puede reservar o no el segmento 17 solicitado. En ejemplos particulares, el módulo de reserva de segmento 96 determina en base únicamente a si otra unidad de accionamiento móvil 20 tiene actualmente el segmento 17 solicitado reservado. En ejemplos alternativos, no obstante, el módulo de reserva de segmento 96 puede determinar en base tanto a si otra unidad de accionamiento móvil 20 tiene actualmente el segmento 17 solicitado reservado como a un nivel de prioridad asociado con la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante o una tarea que la unidad de accionamiento móvil 20 está completando actualmente si la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante puede reservar el segmento 17 solicitado. En consecuencia, el módulo de reserva de segmento 96 puede rechazar el uso de ciertos segmentos 17 (o segmentos 17 que superen un cierto tamaño) a unidades de accionamiento móviles 20 que tienen un nivel de prioridad insuficiente. En general, no obstante, el módulo de reserva de segmento 96 puede usar cualquier consideración apropiada para determinar si la petición de reserva 26 recibida se puede satisfacer.

Adicionalmente, en ejemplos particulares, el módulo de reserva de segmento 96 se puede configurar para compensar incertidumbres potenciales en la ubicación de la unidad de accionamiento móvil 20. En particular, el módulo de reserva de segmento 96 puede intentar reservar un segmento modificado que incluye, pero es mayor que, el segmento 17 solicitado. Como resultado, si la ubicación real de la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante difiere, en menos de alguna cantidad predeterminada, de la calculada por la unidad móvil de accionamiento 20 y/o el módulo de gestión 15, las colisiones se pueden prevenir aún como resultado de la mayor reserva asegurada por el módulo de reserva de segmento 96. El módulo de reserva de segmento 96 se puede configurar para modificar siempre peticiones de reserva 26 de esta manera, modificar las peticiones de reserva 26 cuando el módulo de gestión 15 determina que la ubicación real de la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante difiere de la ubicación calculada o modificar las peticiones de reserva 26 en cualquier otro momento apropiado.

Además, en ejemplos particulares del sistema de inventario 10, las unidades de accionamiento móviles 20 pueden intentar hacer y/o el módulo de programación de recursos 92 puede conceder reservas de diferentes tipos dependiendo de la manera en que las unidades de accionamiento móviles 20 solicitantes intentan usar el segmento 17 solicitado. Además, el módulo de programación de recursos 92 puede seguir diferentes políticas de concesión o denegación de cada uno de estos diferentes tipos de reservas. Por ejemplo, en ejemplos particulares, las unidades de accionamiento móviles 20 se pueden configurar para solicitar un segmento 17 que incluye una o más celdas 14 adyacentes a las celdas 14 a través de las cuales se recorre el camino 16. En consecuencia, cuando una unidad de accionamiento móvil 20 solicitante planea rotar el soporte de inventario 30 como parte de su movimiento en la terminación de un segmento 16 particular, la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante puede intentar colocar reservas de rotación en las celdas 14 adyacentes a la celda 14 en la cual unidad de accionamiento móvil 20 intenta realizar la rotación. Dependiendo del tamaño de los soportes de inventario 30 relativos a las celdas 14 utilizadas en el espacio de trabajo 70 correspondiente, la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante puede no necesitar usar la totalidad de cada celda colindante 14 para rotar. Como resultado, el módulo de reserva de segmento 96 puede permitir a otras unidades de accionamiento móviles 20 colocar también peticiones de reserva en una celda colindante 14 particular al mismo tiempo que la primera unidad de accionamiento móvil 20 solicitante ha reservado esa celda 14 particular. Más específicamente, en ejemplos particulares el módulo de programación de recursos 92 puede permitir a otras unidades de accionamiento móviles 20 reservar la celda colindante 14 con los propósitos de invadir esa celda 14 mientras que rotan los soportes de inventario 30 en otras celdas 14 que bordean la celda 14 colindante. Esto puede reducir el número de retrasos que afrontan las unidades de accionamiento móviles 20 cuando se intenta reservar una parte suficientemente grande de espacio de trabajo 70 para rotar los soportes de inventario 30.

Si el módulo de reserva de segmento 96 determina que la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante no puede reservar el segmento 17 solicitado, el módulo de reserva de segmento 96 puede notificar a la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante que no se reservó con éxito el segmento 17 solicitado. Por ejemplo, en el ejemplo ilustrado, el módulo de reserva de segmento 96 transmite una respuesta de reserva 28 que indica que la reserva no tuvo éxito. Alternativamente, en ejemplos particulares, el módulo de reserva de segmento 96 no informa a la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante de la reserva fallida y la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante se configura para determinar que la reserva no tuvo éxito si la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante no recibe un respuesta afirmativa dentro de un período de tiempo predeterminado.

Adicionalmente, en ejemplos particulares, el módulo de reserva de segmento 96 se puede configurar para tomar alguna acción correctiva si el módulo de reserva de segmento 96 es incapaz de satisfacer una petición de reserva 26 particular. Por ejemplo, en ejemplos particulares, el módulo de reserva de segmento 96 puede poner en la cola las peticiones de reserva 26 insatisfechas e intentar satisfacerlas una vez que se termina cualquier reserva pendiente actualmente para el segmento 17 solicitado. Alternativamente, no obstante, el módulo de reserva de segmento 96 se

puede configurar para descartar peticiones de reserva 26 insatisfechas después de un único intento de satisfacerlas, después de un número predeterminado de intentos fallidos o después de intentar sin éxito satisfacer tales peticiones durante una cantidad de tiempo predeterminada. La unidad de accionamiento móvil 20 solicitante entonces se puede esperar que transmita otra petición de reserva 26 más tarde si todavía está intentando reservar el segmento 17 solicitado. Además, el módulo de reserva de segmento 96 se puede configurar para intentar reservar una parte del segmento solicitado 17 o una versión modificada del segmento solicitado 17 si el módulo de reserva de segmento 96 es incapaz de reservar con éxito el segmento 17 solicitado inicialmente para la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante. De manera más general, no obstante, dependiendo de la configuración del sistema de inventario 10, el módulo de reserva de segmento 96 se puede configurar para adoptar cualquier acción correctiva apropiada o, alternativamente, no adoptar acciones correctivas en absoluto, si el módulo de reserva de segmento 96 es incapaz de satisfacer una petición de reserva 26 particular.

De manera similar, dependiendo de la configuración de la unidad de accionamiento móvil 20, la unidad de accionamiento móvil 20 puede ejecutar cualquier acción correctiva apropiada en respuesta a la determinación de que el módulo de reserva de segmento 96 no ha satisfecho la reserva. En ejemplos particulares, la unidad de accionamiento móvil 20 puede esperar una cantidad de tiempo predeterminada e intentar reservar el mismo segmento 17 de nuevo. En ejemplos alternativos, la unidad de accionamiento móvil 20 se puede configurar para solicitar un nuevo camino 16 desde el módulo de planificación de ruta 94, si la unidad de accionamiento móvil 20 no tiene éxito en la reserva del segmento 17 solicitado o si la unidad de accionamiento móvil 20 no tiene éxito después de un número de intentos predeterminado. Adicionalmente, en ejemplos particulares, las unidades de accionamiento móviles 20 pueden ser capaces de ajustar el tamaño de los segmentos 17 que solicitan las unidades de accionamiento móviles 20. Como resultado, la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante puede, en respuesta a determinar que la reserva intentada no tuvo éxito, intentar reservar una parte más pequeña del mismo segmento 17 solicitado. En tales ejemplos la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante entonces puede solicitar o recibir automáticamente partes incrementales del segmento 17 solicitado original a medida que la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante se mueve y/o las partes restantes llegan a estar libres. Más en general, no obstante, la unidad de accionamiento móvil 20 puede responder de cualquier manera adecuada al intento de reserva fallido.

Si, en su lugar, el módulo de reserva de segmento 96 determina que la petición de reserva 26 recibida puede ser satisfecha, el módulo de reserva de segmento 96 reserva el segmento 17 solicitado para la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante. Como parte de la reserva del segmento solicitado, el módulo de reserva de segmento 96 almacena la información indicando el estado reservado del segmento relevante 17 y da cualquier paso adicional apropiado para asegurar que la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante puede usar el segmento 17 solicitado hasta que se termina la reserva. El módulo de reserva de segmento 96 también notifica a la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante que ha reservado con éxito el segmento 17 solicitado. Por ejemplo, en el ejemplo ilustrado, el módulo de reserva de segmento 96 transmite un acuse de recibo, tal como la respuesta de reserva 28, que indica a la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante que la reserva tuvo éxito. Cuando la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante recibe la respuesta de reserva 28 indicando que la reserva intentada tuvo éxito, la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante comienza a moverse a lo largo del segmento 17 reservado.

Volviendo al ejemplo ilustrado en la FIGURA 5, cuando la unidad de accionamiento móvil 20a recibe la respuesta de reserva 28 que indica que la unidad de accionamiento móvil 20a ha reservado con éxito el segmento 17a, la unidad de accionamiento móvil 20 comienza a moverse a lo largo del segmento 17a. Esto se ilustra en la FIGURA 5 por la silueta de línea de puntos de la unidad de accionamiento móvil 20. En algún punto después de comenzar el movimiento a lo largo del segmento 17a, la unidad de accionamiento móvil 20a intenta reservar el siguiente segmento del camino que la unidad de accionamiento móvil 20a recibió desde el módulo de planificación de ruta 94, es decir, el segmento 17b. En ejemplos particulares, la unidad de accionamiento móvil 20a puede esperar hasta que la unidad de accionamiento móvil 20a alcance el final del segmento reservado (es decir, cuando la unidad de accionamiento móvil 20a alcance la segunda silueta) y luego solicitar el siguiente segmento 17.

Alternativamente, la unidad de accionamiento móvil 20a puede intentar reservar el segmento 17b antes de completar el segmento 17a. En ejemplos particulares, la unidad de accionamiento móvil 20a puede solicitar el segmento 17b en un punto apropiado mientras que se mueve a través del segmento 17a. Como un ejemplo, la unidad de accionamiento móvil 20a puede solicitar el segmento 17b después de completar una proporción predeterminada del segmento 17a (por ejemplo, después de completar el 75% del segmento 17a). Como otro ejemplo, la unidad de accionamiento móvil 20 podrá solicitar el segmento 17b cuando solamente una cantidad predeterminada del segmento 17a se deja que sea completada (por ejemplo, una vez que la unidad de accionamiento móvil 20a ha completado todos excepto la mitad de una anchura de celda del segmento 17a). Más generalmente, no obstante, ejemplos particulares de la unidad de accionamiento móvil 20 o cualquier componente apropiado del sistema de inventario 10 responsable de la reserva de segmentos 17 en nombre de la unidad de accionamiento móvil 20, se pueden configurar para reservar el siguiente segmento en el camino actual en cualquier momento adecuado mientras que la unidad de accionamiento móvil 20 se mueve a lo largo de su segmento 17 reservado actualmente. El resto de esta descripción supone que la unidad de accionamiento móvil 20 está configurada para intentar una reserva de un nuevo segmento 17 antes de completar su segmento 17 actual.

Además, como se ha tratado anteriormente con respecto a las FIGURAS 3A y 3B, ejemplos particulares de la unidad de accionamiento móvil 20a pueden incluir uno o más sensores capaces de detectar ciertos tipos de obstáculos,

obstrucciones u otros impedimentos al movimiento de la unidad de accionamiento móvil 20. En respuesta a la detección de un obstáculo, la unidad de accionamiento móvil 20 se puede configurar para detenerse y/o tomar cualquier medida apropiada para completar la tarea asignada. Como ejemplo, la unidad de accionamiento móvil 20 puede detener el movimiento y sondear periódicamente el sensor pertinente para determinar si se ha eliminado el obstáculo. Como otro ejemplo, la unidad de accionamiento móvil 20a puede solicitar un nuevo camino al detectar un obstáculo situado en o cerca de un segmento 17 de su camino actual 16. Aún como otro ejemplo, la unidad de accionamiento móvil 20 puede informar al módulo de gestión 15 o a un operador humano del sistema de inventario de 10 para iniciar las acciones apropiadas para haber eliminado el obstáculo. En ejemplos particulares, la unidad de accionamiento móvil 20a se puede configurar para anular sus capacidades de detección de obstáculos para soportar ciertos tipos de técnicas especiales de navegación. Un ejemplo de estas técnicas se trata en mayor detalle más adelante con respecto a las FIGURAS 12A-12E, 13 y 14.

En ejemplos particulares, a medida que la unidad de accionamiento móvil 20a sale de una celda 14 particular del segmento 17a, la unidad de accionamiento móvil 20a puede liberar su reserva con respecto a esa celda 14. Alternativamente, en ejemplos particulares, la unidad de accionamiento móvil 20a puede esperar hasta alcanzar el final del segmento 17a (es decir, cuando la unidad de accionamiento móvil 20a llega a la segunda silueta) y luego terminar su reserva de todas las celdas 14 en el segmento 17a. La unidad de accionamiento móvil 20a puede liberar su reserva de todo o una parte del segmento 17a transmitiendo un mensaje de terminación de reserva (no se muestra) al módulo de reserva de segmento 96 o dando cualquier otro paso apropiado para renunciar a su uso del segmento 17a. Alternativamente, en ejemplos particulares, la unidad de accionamiento móvil 20a puede no ser configurada para dar cualquier paso afirmativo para terminar la reserva. En su lugar, el módulo de reserva de segmento 96 puede detectar por sí mismo que la unidad de accionamiento móvil 20a ha completado el segmento 17a y terminar la reserva en respuesta o el módulo de reserva de segmento 96 puede medir el tiempo de espera de la reserva si la unidad de accionamiento móvil 20a no renueva la reserva dentro de un período de tiempo predeterminado. Más generalmente, el módulo de reserva de segmento 96 puede monitorizar cualquier aspecto particular de la operación de la unidad de accionamiento móvil 20a incluyendo, por ejemplo, su ubicación, velocidad, última petición de renovación y/o cualquier otro aspecto apropiado del estado de la unidad de accionamiento móvil 20a y terminar la reserva en cualquier momento apropiado en base al estado de la unidad de accionamiento móvil 20a.

Si la unidad de accionamiento móvil 20a ha reservado con éxito el segmento 17b para cuando la unidad de accionamiento móvil 20a alcanza el final del segmento 17a, la unidad de accionamiento móvil 20a puede comenzar a moverse a lo largo del segmento 17b. Si la unidad de accionamiento móvil 20a no ha reservado con éxito el segmento 17b para cuando la unidad de accionamiento móvil 20a alcanza el final del segmento 17a, la unidad de accionamiento móvil 20a puede detenerse en la intersección del segmento 17a y el segmento 17b y dar los pasos apropiados en base a la configuración de la unidad de accionamiento móvil 20a. Por ejemplo, como se señaló anteriormente, la unidad de accionamiento móvil 20a puede intentar repetidamente reservar el segmento 17b hasta que tenga éxito, hacer un número predeterminado de intentos de reserva y luego solicitar un nuevo camino 16 o dar cualquier otro paso para continuar su movimiento hacia la ubicación de destino.

Una vez que la unidad de accionamiento móvil 20a reserva con éxito el segmento 17b, la unidad de accionamiento móvil 20a atraviesa el segmento 17b de una forma similar. En un punto apropiado durante la terminación del segmento 17b, la unidad de accionamiento móvil 20a intenta reservar el segmento 17c y repite el proceso anterior. La unidad de accionamiento móvil 20a continúa reservando y atravesando segmentos (como se sugiere por las siluetas de líneas de puntos) hasta que la unidad de accionamiento móvil 20a alcanza la ubicación de destino. La unidad de accionamiento móvil 20a entonces puede adoptar cualquier acción apropiada para completar la tarea asignada. Por ejemplo, en la FIGURA 5, la terminación de la tarea asignada puede incluir a la unidad de accionamiento móvil 20a acoplándose con un soporte de inventario 30 particular situado en la ubicación de destino. Si la tarea asignada actualmente incluye múltiples destinos, la unidad de accionamiento móvil 20a puede solicitar un camino 16 al siguiente paso transmitiendo una nueva petición de ruta 22 al módulo de planificación de ruta 94 y repitiendo el proceso anterior con respecto al siguiente destino. Si la asignación de tarea 18 que la unidad de accionamiento móvil 20a recibió no especifica ninguna ubicación adicional, la unidad de accionamiento móvil 20a puede solicitar o ser dada otra tarea asignada desde el módulo de programación de recursos 92 o de otro modo notificar al módulo de gestión 15 que la unidad de accionamiento móvil 20a está disponible para nuevas asignaciones.

Aunque el ejemplo ilustrado, utiliza solamente los segmentos 17 rectos, se pueden configurar ejemplos particulares del sistema de inventario 10 para generar caminos que incluyen segmentos que cubran vueltas, curvas y otras partes no lineales. Adicionalmente, aunque en el ejemplo ilustrado los segmentos 17 se extienden sin límite entre las vueltas en el camino 16, se pueden configurar ejemplos particulares del sistema de inventario 10 para generar caminos 16 que tengan un límite superior en la longitud del segmento o para permitir solamente hasta una longitud máxima de segmento a ser reservado con una única reserva. Como resultado, un segmento recto relativamente largo, tal como el segmento 17c, puede representar en realidad una serie de segmentos 17 conectados, más pequeños que pasan en la misma dirección.

Adicionalmente, aunque la unidad de accionamiento móvil 20a se basa en un único camino en el ejemplo ilustrado, las unidades de accionamiento móviles 20, en ejemplos particulares, se pueden configurar para solicitar nuevos

caminos 16 a una ubicación particular mientras que están en el proceso de completar un camino 16 previamente solicitado a la misma ubicación. Como se señaló anteriormente, las unidades de accionamiento móviles 20 se pueden configurar para solicitar un nuevo camino 16 si no tienen éxito en la reserva de un segmento 17 particular en el camino 16 actual. Más generalmente, no obstante, las unidades de accionamiento móviles 20 se pueden configurar para solicitar un nuevo camino 16 a un destino particular en cualquier momento apropiado mientras que se completa un camino 16 existente al mismo destino. Por ejemplo, unos ejemplos particulares de la unidad de accionamiento móvil 20 pueden solicitar un nuevo camino 16 una cantidad predeterminada de tiempo después de solicitar el camino original, después de completar cada segmento 17 o en cualquier otro momento adecuado. En tales ejemplos, la unidad de accionamiento móvil 20 puede transmitir el camino 16 recibido originalmente de vuelta al módulo de planificación de ruta 94 para ser usado como un punto de partida para determinar cualquier camino 16 mejorado al mismo destino.

Además, el módulo de gestión 15 puede ser capaz de empujar nuevos caminos 16 a una unidad de accionamiento móvil 20 mientras que la unidad de accionamiento móvil 20 está en el proceso de completar un camino 16 recibido previamente. Como ejemplo, en ejemplos particulares, el módulo de gestión 15 se puede configurar para gestionar la congestión transmitiendo nuevos caminos 16 a las unidades de accionamiento móviles 20 que están situadas en o cerca de áreas congestionadas o que están viajando por caminos que atravesarán o pasarán cerca de áreas congestionadas. Como otro ejemplo, el módulo de gestión 15 se puede configurar para mejorar la eficiencia operativa del sistema de inventario 10 transmitiendo nuevos caminos 16 a las unidades de accionamiento móviles 20 que están optimizados en base a los atributos de los soportes de inventario 30 o estaciones de inventario 50 asociados con las unidades de accionamiento móviles 20 pertinentes o las tareas que están completando. En general o bien la unidad de accionamiento móvil 20 o bien el módulo de planificación de rutas 94 pueden determinar que la unidad de accionamiento móvil 20 debería recibir un nuevo camino 16 en base a los cambios en cualquier condición, circunstancia, propiedad o el estado apropiado del sistema de inventario 10 o cualquier componente individual del sistema de inventario 10.

Además, aunque el ejemplo ilustrado describe un ejemplo en el que el módulo de planificación de ruta 94 transmite la totalidad del camino 16 a la unidad de accionamiento móvil 20a a la vez, ejemplos particulares del módulo de planificación de la ruta 94 se pueden configurar para transmitir el camino 16 en partes. Por ejemplo, en un ejemplo particular, el módulo de planificación de ruta 94 se puede configurar para transmitir el camino 16 a la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante un segmento 17 en un momento. Después de atravesar un segmento 17 particular, la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante entonces puede solicitar otro segmento 17 del camino 16. En ese punto, el módulo de planificación de ruta 94 puede determinar, en base a los cambios en las condiciones dentro del espacio de trabajo 70 y/o cualquier otra consideración apropiada, si proporcionar el siguiente segmento 17 en el camino original 16 o generar un nuevo camino 16 al destino de la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante. El módulo de planificación de ruta 94 entonces comunica con otro segmento 17 o bien desde el camino original 16 o bien desde un nuevo camino 16, a la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante. Este proceso puede continuar hasta que la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante alcance su destino.

Además, mientras que el ejemplo ilustrado se centra en un ejemplo del sistema de inventario 10 en el que las unidades de accionamiento móviles 20 solicitan activamente reserva de segmentos 17 particulares en su propio nombre, en ejemplos alternativos el módulo de gestión 15 u otros componentes adecuados del sistema de inventario 10 pueden ser responsables de iniciar reservas o bien explícita o bien implícitamente. Como ejemplo, en ejemplos particulares, el módulo de gestión 15 puede monitorizar la ubicación y el camino actual de las unidades de accionamiento móviles 20 y puede reservar segmentos 17 apropiados en nombre de las unidades de accionamiento móviles 20 en los momentos apropiados durante el movimiento de las unidades de accionamiento móviles 20. Como otro ejemplo, ejemplos particulares del sistema de inventario 10 pueden incluir dispositivos de señalización, tales como señales de tráfico, que gestionan el flujo de tráfico dentro del espacio de trabajo 70. Como resultado, el módulo de gestión 15 u otros componentes que controlan los dispositivos de señalización pueden reservar implícitamente un segmento 17 particular para una unidad de accionamiento móvil 20 señalando a otras unidades de accionamiento móviles 20 que no están autorizados a usar el segmento 17 pertinente en un momento particular.

En consecuencia, el sistema de inventario 10 soporta una serie de técnicas que proporcionan encaminamiento, navegación y gestión eficientes de unidades de accionamiento móviles 20 que se mueven dentro del espacio de trabajo 70. Debido a que el sistema de inventario 10 soporta técnicas para resolver peticiones de conflicto para un segmento 17 particular por dos unidades de accionamiento móviles 20 diferentes el módulo de gestión 15 también puede ayudar a reducir o eliminar colisiones entre las unidades de accionamiento móviles 20 completando simultáneamente tareas. Como resultado, las técnicas descritas pueden proporcionar uno o más beneficios operacionales.

La FIGURA 6 es un diagrama de flujo que ilustra la operación de un ejemplo particular de unidad de accionamiento móvil 20 al atravesar un camino 16 a una ubicación designada. Más específicamente, la FIGURA 6 ilustra el proceso por el cual la unidad de accionamiento móvil 20, en ejemplos particulares del sistema de inventario 10, solicita un camino a un destino particular y reserva iterativamente y atraviesa los diversos segmentos 17 de ese camino 16. Cualquiera de los pasos ilustrados en la FIGURA 6 se pueden combinar, modificar o suprimir donde sea apropiado y también se pueden añadir pasos adicionales a los mostrados en el diagrama de flujo. Además, los pasos descritos se pueden realizar en cualquier orden adecuado.

La operación ejemplo comienza, en el paso 602, con la unidad de accionamiento móvil 20 que recibe una asignación de tarea 18 desde el módulo de programación de recursos 92. La asignación de tarea 18 identifica una o más ubicaciones asociadas con una tarea asignada a la unidad de accionamiento móvil 20. En respuesta a recibir la asignación de tarea 18, la unidad de accionamiento móvil 20 solicita, desde el módulo de planificación de ruta 94, un camino a uno de los destinos identificados en la asignación de tarea 18. En ejemplos particulares la unidad de accionamiento móvil 20 solicita el camino transmitiendo la petición de ruta 22 al módulo de planificación de ruta 94 en el paso 604. La petición de ruta 22 identifica una ubicación de destino y la ubicación actual de la unidad de accionamiento móvil 20.

En la etapa 606, el módulo de planificación de ruta 94 genera, selecciona o identifica un camino 16 desde la ubicación actual de la unidad de accionamiento móvil 20 a la ubicación de destino. El módulo de planificación de ruta 94 entonces transmite el camino 16 a la unidad de accionamiento móvil 20. En ejemplos particulares, el módulo de planificación de ruta 94 transmite el camino 16 a la unidad de accionamiento móvil 20 transmitiendo una respuesta de ruta 24 a la unidad de accionamiento móvil 20, en el paso 608, que identifica el camino 16 de una manera apropiada en base a las capacidades de la unidad de accionamiento móvil 20. En ejemplos particulares, el camino 16 incluye múltiples segmentos 17, incluyendo al menos un segmento 17 inicial y uno o más segmentos 17 adicionales. El segmento 17 inicial está asociado con una sección del espacio de trabajo 70 adyacente a la ubicación actual de la unidad de accionamiento móvil 20 cuando la unidad de accionamiento móvil 20 solicita el camino y al menos uno de los segmentos 17 adicionales está asociado con una sección del espacio de trabajo 70 adyacente al destino. El camino 16 puede incluir cualquier número de segmentos 17 adicionales.

Después de recibir el camino desde el módulo de planificación de ruta 94, la unidad de accionamiento móvil 20 intenta reservar el segmento 17 inicial del camino 16 recibido. En ejemplos particulares, la unidad de accionamiento móvil 20 intenta reservar el segmento 17 inicial transmitiendo una petición de reserva 26 al módulo de reserva de segmento 96 en el paso 610. La petición de reserva 26 identifica el segmento 17 solicitado.

Al recibir la petición de reserva 26, el módulo de reserva de segmento 96 intenta reservar el segmento 17 solicitado para la unidad de accionamiento móvil 20 en 612. En ejemplos particulares, el módulo de reserva de segmento 96 puede modificar el segmento solicitado 17 para contar incertidumbres o errores potenciales en la posición calculada de la unidad de accionamiento móvil 20. Como resultado, en ejemplos particulares, el módulo de reserva de segmento 96 puede reservar una parte del espacio de trabajo 70 distinta del segmento especificado por la petición de reserva 26 recibida. Por ejemplo, el módulo de reserva de segmento 96 puede, bajo las circunstancias apropiadas, expandir, trasladar y/o modificar de otro modo el segmento solicitado para crear un segmento modificado más adecuado para su uso por la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante. En ejemplos particulares, el módulo de reserva de segmento 96 se puede configurar para modificar el segmento solicitado en base a un margen de error utilizado por el sistema de inventario 10. El módulo de reserva de segmento 96 puede, como resultado, intentar reservar una parte del espacio de trabajo 70 que se expande, desplaza o de otro modo modifica desde el segmento 17 reservado en una cantidad determinada en base al margen de error. Como ejemplo específico, en ejemplos particulares que utilizan un espacio de trabajo 70 basado en cuadrícula que incluye una pluralidad de celdas 14, el módulo de reserva de segmento 96 puede intentar reservar un segmento 17 que incluye una o más celdas 14, más allá de la incluida en el segmento 17 solicitado, que se extienden en la dirección en que está viajando actualmente la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante. Como otro ejemplo, en ejemplos particulares, el módulo de reserva de segmento 96 puede intentar reservar un segmento que se ha desplazado un número particular de celdas en una dirección especificada.

El módulo de reserva de segmento 96 entonces puede informar a la unidad de accionamiento móvil 20 de si la unidad de accionamiento móvil 20 ha reservado con éxito o no un segmento 17 para la unidad de accionamiento móvil 20. Alternativamente, el módulo de reserva de segmento 96 puede notificar a la unidad de accionamiento móvil 20 solamente intentos de reserva con éxito. En ejemplos particulares, el módulo de reserva de segmento 96 informa a la unidad de accionamiento móvil 20 transmitiendo una respuesta de reserva 28 a la unidad de accionamiento móvil 20 en el paso 614.

En el paso 616, la unidad de accionamiento móvil 20 determina si la unidad de accionamiento móvil 20 ha reservado con éxito el segmento 17 inicial. Si la unidad de accionamiento móvil 20 no tuvo éxito al reservar el segmento 17 inicial, la unidad de accionamiento móvil 20 puede dar los pasos apropiados para continuar trabajando hacia la terminación de la tarea asignada. Por ejemplo, en el ejemplo ilustrado, la unidad de accionamiento móvil 20 espera una cantidad de tiempo predeterminada e intenta reservar el segmento inicial de nuevo en el paso 618. Además, en el ejemplo ilustrado, la unidad de accionamiento móvil 20 determina en el paso 620 si el segundo intento tiene éxito. Si el segundo intento tiene éxito, la operación continúa al paso 622. Si el segundo intento no tiene éxito, la operación vuelve a 604 con la unidad de accionamiento móvil 20 que solicita un nuevo camino 16.

Una vez que la unidad de accionamiento móvil 20 es capaz de reservar con éxito el segmento 17 inicial, la unidad de accionamiento móvil 20 comienza a alejarse de su ubicación original a lo largo del segmento inicial del camino en el paso 622. En el paso 624, la unidad de accionamiento móvil 20 determina que hay menos de una parte predeterminada del segmento 17 inicial que queda por completar. Como resultado, la unidad de accionamiento móvil 20 determina, en el paso 626, si cualquiera de los segmentos 17 adicionales queda por completar en el camino actual 16.

Si los segmentos 17 quedan por completar en el camino 16 actual, la unidad de accionamiento móvil 20 intenta reservar el siguiente segmento 17, volviendo al paso 610. Si la unidad de accionamiento móvil 20 reserva con éxito el siguiente segmento la operación continúa con la unidad de accionamiento móvil 20 moviéndose a lo largo del siguiente segmento 17. Si la unidad de accionamiento móvil no tiene éxito al reservar el siguiente segmento 17, la operación continúa hacia el paso 622. Si la unidad de accionamiento móvil 20 alcanza el final del segmento 17 inicial antes de reservar con éxito el siguiente segmento, la unidad de accionamiento móvil 20 puede hacer una pausa en su movimiento al final del segmento inicial y permanecer estacionaria hasta que la unidad de accionamiento móvil 20 reserva con éxito el siguiente segmento u obtiene un camino alternativo.

Si ningún segmento 17 queda por completar en el camino actual, la unidad de accionamiento móvil 20 determina si cualquier destino queda por visitar en la asignación de tarea 18 actual en el paso 628. Si es así, la operación vuelve al paso 604. Si no es así, la unidad de accionamiento móvil 20 puede notificar al módulo de programación de recursos 92 que la unidad de accionamiento móvil 20 ha completado su tarea actual en el paso 630. La operación con respecto a completar la tarea actual entonces puede finalizar como se muestra en FIGURA 6.

Las FIGURAS 7 y 8 ilustran una técnica para planificar caminos en base al estado actual de una unidad de accionamiento móvil 20 solicitante. Más específicamente, la FIGURA 7 ilustra un ejemplo de cómo tales técnicas pudieran ser implementadas en un sistema de inventario 10 particular y la FIGURA 8 es un diagrama de flujo que detalla una operación ejemplo del módulo de gestión 15 en la implementación de un ejemplo particular de estas técnicas. Como ejemplo de cómo tal técnica pudiera ser usada en el sistema de inventario 10, ejemplos particulares del sistema de inventario 10 pueden permitir a las unidades de accionamiento móviles 20 que no están acopladas a un soporte de inventario 30 moverse a través de espacios ocupados actualmente por los soportes de inventario 30 almacenados, pero las unidades de accionamiento móviles 20 que están acopladas con soportes de inventario 30 pueden no ser capaces de hacerlo así. Como resultado, cuando están desacopladas, las unidades de accionamiento móviles 20 pueden ser capaces de "tunelizar" a través de las celdas 14 que tiene los soportes de inventario 30, permitiendo por ello un uso más eficaz de los recursos del sistema.

La FIGURA 7 ilustra técnicas que se pueden usar por el módulo de gestión 15 en la generación de caminos 16 apropiados para las unidades de accionamiento móviles 20. Más específicamente, en ejemplos particulares, cuando la unidad de accionamiento móvil 20 solicita un camino 16, el módulo de planificación de ruta 94, el módulo de gestión 15 en general u otros componentes apropiados del sistema de inventario 10 determinan el estado de la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante. Como se usa en esta descripción y las reivindicaciones que siguen, "estado" pueden referirse a condiciones transitorias, temporales, tales como una asignación de tarea actual, que están asociadas con la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante así como características y propiedades permanentes, tales como altura y anchura, asociadas con la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante.

El módulo de planificación de ruta 94 entonces genera, selecciona o identifica un camino en base en parte al estado de la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante. Más específicamente, el estado de la unidad de accionamiento móvil 20 puede dictar las celdas a través de las cuales la unidad de accionamiento móvil 20 puede viajar y el módulo de planificación de ruta 94 puede producir un camino 16 que utiliza las celdas 14 apropiadas. Para ilustrar, la FIGURA 7 muestra un ejemplo de dos caminos 16 alternativos, los caminos 16a y 16b, que pudieran ser generados por el módulo de planificación de ruta 94 en base a un aspecto particular del estado de la unidad de accionamiento móvil 20b solicitante. Específicamente, la FIGURA 7 ilustra dos caminos 16 que se puedan generar en base a si la unidad de accionamiento móvil 20b está acoplada o no actualmente con un soporte de inventario 30.

Para comenzar el ejemplo, la unidad de accionamiento móvil 20b recibe una asignación de tarea 18 como se trató anteriormente con respecto a la FIGURA 5. La asignación de tarea 18 identifica un destino asociado a una tarea correspondiente asignada a la unidad de accionamiento móvil 20b. En respuesta a la asignación de tarea 18, la unidad de accionamiento móvil 20b solicita el camino 16 desde el módulo de planificación de ruta 94. En el ejemplo, la unidad de accionamiento móvil 20b solicita el camino 16 transmitiendo la petición de ruta 22, que identifica la ubicación de destino pertinente, aquí la celda 14b.

En respuesta a la petición de ruta 22, el módulo de planificación de ruta 94 genera un camino 16 a la ubicación de destino identificando, seleccionando y/o de otra manera generando un camino 16 adecuado. Al generar el camino 16, el módulo de planificación de ruta 94 considera un aspecto particular del estado de la unidad de accionamiento móvil 20b, aquí su estado de acoplamiento. En base al aspecto pertinente del estado de la unidad de accionamiento móvil solicitante, el módulo de planificación de ruta 94 puede determinar que está prohibido que la unidad de accionamiento móvil 20b solicitante se mueva a través de celdas 14 particulares, atraviase caminos 16 particulares y/o utilice equipos particulares (por ejemplo, un elevador de accionamiento) dentro del espacio de trabajo 70 y/o que el estado de la unidad de accionamiento móvil 20b ponga alguna otra forma de restricción al camino 16 que el módulo de planificación de ruta 94 puede generar correctamente para la unidad de accionamiento móvil 20b.

En ejemplos particulares, la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante puede indicar por sí misma la información de estado pertinente al módulo de planificación de ruta 94. Por ejemplo, en el ejemplo ilustrado, la unidad de accionamiento móvil 20b puede indicar su estado de acoplamiento en la petición de ruta 22. En ejemplos alternativos, el módulo de planificación de ruta 94 puede monitorizar una o más unidades de accionamiento móviles 20 que operan en el espacio de trabajo 70 y puede mantener la información de estado pertinente como parte de su

operación normal. Adicionalmente, en ejemplos particulares, el módulo de planificación de ruta 94 puede en su lugar recuperar la información de estado pertinente de otros componentes del sistema de inventario 10 cuando una unidad de accionamiento móvil 20 particular solicita un camino 16. Por ejemplo, en ejemplos particulares, cuando el módulo de planificación de ruta 94 recibe una petición de ruta 22 desde una unidad de accionamiento móvil 20 particular, el módulo de planificación de ruta 94 puede comunicar con el módulo de programación de recursos 92 para determinar si la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante tiene asignada actualmente una tarea.

En el ejemplo ilustrado, se supone que no se permite a las unidades de accionamiento móviles 20 que están acopladas actualmente con un soporte de inventario 30 moverse a través de las celdas 14 del espacio de trabajo 70 designadas para el almacenamiento de los soportes de inventario 30 (conocidas como celdas de almacenamiento 64). En consecuencia, si la unidad de accionamiento móvil 20b está acoplada actualmente a un soporte de inventario 30, el módulo de planificación de ruta 94 puede generar un camino para la unidad de accionamiento móvil 20 que elude todas las celdas de almacenamiento designadas, tal como el camino mostrado en la FIGURA 7 como el camino 16a. En consecuencia, si la unidad de accionamiento móvil no está acoplada actualmente a un soporte de inventario 30, el módulo de planificación de ruta 94 puede generar un camino que incluye las celdas de almacenamiento 64 designadas, tal como el camino mostrado en la FIGURA 7 como el camino 16b.

Una vez que el módulo de planificación de ruta 94 ha generado el camino 16 adecuado, el módulo de planificación de ruta 94 comunica el camino 16 a la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante. En el ejemplo ilustrado, el módulo de planificación de ruta 94 transmite una respuesta de ruta 24 a la unidad de accionamiento móvil 20b que identifica el camino 16. La unidad de accionamiento móvil 20b entonces completa el camino 16 recibido como se trató anteriormente.

Considerando el estado de la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante cuando se genera el camino 16, el módulo de planificación de ruta 94 puede tomar decisiones más inteligentes con respecto a los caminos 16 que genera el módulo de planificación de ruta 94 para esa unidad de accionamiento móvil 20. En ejemplos particulares, el módulo de planificación de ruta 94 puede considerar el estado de una unidad de accionamiento móvil 20 solicitante para permitir al módulo de planificación de ruta 94 usar selectivamente celdas, caminos o equipos que pudieran estar prohibidos para su uso por las unidades de accionamiento móviles 20 de un cierto estado. Del mismo modo, en ejemplos particulares, el módulo de planificación de ruta 94 puede considerar el estado de una unidad de accionamiento móvil 20 solicitante para limitar el uso de celdas, caminos o equipos particulares por unidades de accionamiento móviles 20 de un estado particular de manera que puedan estar disponibles para su uso por unidades de accionamiento móviles 20 que tengan estados preferibles para usar la celda, camino o equipo pertinentes.

Como ejemplo, el módulo de planificación de la ruta 94, como ya se trató, puede considerar el estado de acoplamiento de la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante cuando se genera el camino. Del mismo modo, en ejemplos particulares (por ejemplo, ejemplos en los cuales las unidades de accionamiento móviles 20 no se acoplan realmente con los soportes de inventario 30 que transportan), el módulo de planificación de ruta 94 puede considerar alternativamente si la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante está transportando una carga cuando se genera el camino. Como resultado, el módulo de planificación de ruta 94 puede ser capaz de usar selectivamente una celda 14 que de otro modo pudiera estar prohibida para su uso en el encaminamiento debido a que las unidades de accionamiento móviles 20 acopladas o cargadas no pueden atravesar la celda 14 en cuestión debido a la presencia de un soporte de inventario 30 almacenado, la posición de escaleras en voladizo u otras limitaciones físicas que impidan a una unidad de accionamiento móvil 20 acoplada o cargada ser capaz de atravesar la celda 14. En consecuencia, las celdas 14 que de otro modo tendrían que estar prohibidas de usar en cualquier camino se pueden utilizar selectivamente en caminos para unidades de accionamiento móviles 20 apropiadas, aumentando por ello los recursos de espacio disponibles para el módulo de planificación de ruta 94 para encaminar los caminos 16 solicitados.

Además, el módulo de planificación de ruta 94 puede usar el estado de acoplamiento o de carga de la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante como un intermediario para determinar la urgencia del camino 16 que está solicitando la unidad de accionamiento móvil 20. Como resultado, en ejemplos particulares, el módulo de planificación de ruta 94 puede decidir no encaminar las unidades de accionamiento móviles 20 desacopladas o descargadas a través de celdas en áreas de tráfico alto incluso si el camino 16 resultante es significativamente más largo. Del mismo modo, en ejemplos particulares el módulo de planificación de ruta 94 puede decidir no generar caminos para las unidades de accionamiento móviles 20 desacopladas o descargadas que requieran el uso de recursos de equipos escasos, tales como elevadores de accionamiento, para completar los caminos. En consecuencia, el módulo de planificación de ruta 94 puede generar rutas priorizadas para ciertas unidades de accionamiento móviles 20 en base al estado de acoplamiento o carga de esas unidades de accionamiento móviles 20.

Como otro ejemplo, el módulo de planificación de ruta 94 puede considerar el nivel de energía o combustible de la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante cuando se genera el camino 16. Como resultado, el módulo de planificación de ruta 94, en base al nivel de carga o combustible de la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante, puede generar un camino 16 que es menor que alguna longitud máxima para asegurar que la unidad de accionamiento móvil solicitante 20 no termina varada, incluso si este camino incrementase la probabilidad de que la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante se retrasase por congestión. Del mismo modo, el módulo de

planificación de ruta 94 puede decidir en base al nivel de combustible o carga de la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante generar un camino que pasa cerca de una estación de recarga o repostaje para permitir a la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante recargar o repostar mientras que está en ruta a la ubicación de destino.

5 Aún como otro ejemplo, el módulo de planificación de ruta 94 también puede considerar el estado de asignación actual de una unidad de accionamiento móvil 20 solicitante en la generación del camino 16 para esa unidad de accionamiento móvil 20. Este estado de asignación puede referirse a si esa unidad de accionamiento móvil 20 tiene asignada actualmente una tarea, la prioridad de esa tarea y/o cualquier otra consideración relacionada con las tareas asignadas actual o previamente a esa unidad de accionamiento móvil 20. Como resultado, en ejemplos particulares, el módulo de planificación de ruta 94 solamente puede encaminar unidades de accionamiento móviles 20 que tienen asignadas actualmente una tarea de alta prioridad a través de lo que serían de otro modo celdas 14 de tráfico alto. Del mismo modo, en ejemplos particulares, el módulo de planificación de ruta 94 puede decidir generar un camino que requiere el uso de recursos de equipo escasos, tales como elevadores de accionamiento, solamente si la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante tiene asignada actualmente una tarea o, alternativamente, una tarea de alta prioridad. En consecuencia, en ejemplos particulares, el módulo de planificación de ruta 94 genera caminos 16 que son más rápidos de completar por las unidades de accionamiento móviles 20 asignadas actualmente a una tarea o para aquellas asignadas actualmente a una tarea de alta prioridad.

20 Aún como otro ejemplo, ejemplos particulares del sistema de inventario 10 pueden utilizar unidades de accionamiento móviles 20 que tengan diferentes características físicas, tales como altura y anchura. En tales ejemplos, el módulo de planificación de ruta 94 se puede configurar para considerar las características físicas de la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante al generar el camino 16. Como resultado, en tal ejemplo, el hecho de que pueda ser físicamente imposible para ciertas unidades de accionamiento móviles 20 moverse a través de ciertas celdas 14, seguir ciertos caminos 16 o usar ciertos equipos, puede no hacer al módulo de planificación de ruta 94 abstenerse de usar tales celdas 14, caminos 16 o equipos cuando se generan caminos para todas las unidades de accionamiento móviles 20.

25 En general, no obstante, el módulo de planificación de ruta 94, en los ejemplos particulares, puede considerar cualquiera de uno o más aspectos del estado de la unidad de accionamiento móvil 20 o de la carga que esta transportando la unidad de accionamiento móvil 20, en la generación de un camino 16 solicitado. En consecuencia, el módulo de planificación de ruta 94, en ejemplos particulares, puede ser capaz de optimizar aún más el uso de recursos en el sistema de inventario 10 adaptando el camino 16 a cumplir los requisitos de la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante. Además, considerando tanto el destino proporcionado por la unidad de accionamiento móvil 20 como el estado de la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante en la generación del camino 16, ciertos ejemplos del módulo de planificación de ruta 94 pueden ser capaces de facilitar la terminación de una segunda meta (tal como recargar) con poco o sin impacto en la capacidad de la unidad de accionamiento móvil 20 para completar su tarea asignada. Como resultado, ejemplos particulares del sistema de inventario 10 que implementan las técnicas descritas con respecto a la FIGURA 7 pueden proporcionar una serie de beneficios operacionales.

40 La FIGURA 8 es un diagrama de flujo que ilustra la operación de un ejemplo de módulo de planificación de ruta 94 en la implementación de todas o algunas de las técnicas descritas con respecto a la FIGURA 7. Mientras que la FIGURA 8 se centra en unos ejemplos particulares del sistema de inventario 10 que consideran un aspecto particular del estado de una unidad de accionamiento móvil 20 en la generación de un camino 16 a un destino particular para esa unidad de accionamiento móvil 20, ejemplos alternativos del sistema de inventario 10 se pueden configurar para considerar cualquier aspecto apropiado del estado de las unidades de accionamiento móviles 20 cuando se generan los caminos 16. Adicionalmente, cualquiera de los pasos ilustrados en la FIGURA 8 se pueden combinar, modificar o suprimir donde sea apropiado y también se pueden añadir pasos adicionales a los mostrados en el diagrama de flujo. Además, los pasos descritos se pueden realizar en cualquier orden adecuado.

50 La operación comienza en el paso 640 con el módulo de planificación de ruta 94 recibiendo una petición de ruta 22 desde una unidad de accionamiento móvil 20. La petición de ruta 22 identifica una ubicación de destino dentro del espacio de trabajo 70. En ejemplos particulares, el espacio de trabajo 70 comprende al menos una celda 14 asociada con un primer atributo de celda y al menos una celda que no está asociada con el primer atributo de celda. Por ejemplo, en ejemplos particulares, aquellas celdas 14 que requieran tunelización para atravesar se asocian con un atributo de tunelización, mientras que aquellas celdas que no requieren tunelización no se asocian con el atributo de tunelización. En el ejemplo ilustrado, todas las celdas de almacenamiento 64 en el espacio de trabajo 70 están asociadas con el atributo de tunelización y, por lo tanto, requieren a una unidad de accionamiento móvil 20 ser tunelizada para atravesarlas. Por el contrario, todas las celdas 14 que no son celdas de almacenamiento 64 ("celdas sin almacenamiento") en el espacio de trabajo 70 no están asociadas con el atributo de tunelización y estas celdas sin almacenamiento 64 se pueden atravesar sin tunelización.

60 En el paso 642, el módulo de planificación de ruta 94 determina un estado de la unidad de accionamiento móvil 20. Como se trató anteriormente, el módulo de planificación de ruta 94 puede determinar el estado de la unidad de accionamiento móvil 20 en base a la información incluida en la petición de ruta 22 u otra comunicación con la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante, la información mantenida por el módulo de planificación de ruta 94, la información recibida desde otro componente del sistema de inventario 10 y/o cualquier otra información adecuada.

En respuesta a determinar que la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante no está asociada con el primer estado, el módulo de planificación de ruta 94 genera un camino 16 a la ubicación de destino para la unidad de accionamiento móvil 20 que puede atravesar celdas 14 asociadas con el primer atributo de celdas en el paso 644. En este caso, la trayectoria generada 16 puede atravesar tanto celdas que están asociadas con el primer atributo de celda como celdas que no están asociadas con el primer atributo de celda. En respuesta a determinar que la unidad de accionamiento móvil 20 no está asociada con el primer estado, no obstante, el módulo de planificación de ruta 94 genera un camino 16 a la ubicación de destino para la unidad de accionamiento móvil 20 que no atraviesa ninguna celda 14 asociada con el primer atributo de celda en el paso 646. En este caso, el camino 16 generado atraviesa solamente celdas que no están asociadas con el primer atributo de celda. Mientras que, en ejemplos particulares, el camino 16 generado puede permitir a una unidad de accionamiento móvil 20 particular entrar y salir de una celda asociada con el primer atributo de celda de la misma dirección (por ejemplo, soltar un soporte de inventario 30 en una celda de almacenamiento 64 vacía) el camino 16 generado, en tales ejemplos, no permitirá o requerirá a la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante atravesar dichas celdas 14.

Por ejemplo, en ejemplos particulares, el módulo de planificación de ruta 94 puede determinar si la unidad de accionamiento móvil 20 está actualmente en un estado acoplado o desacoplado. Si el módulo de planificación de ruta 94 determina en el paso 642 que la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante está acoplada actualmente, el módulo de planificación de ruta 94 genera un camino 16 entre el primer destino y el segundo destino que solamente incluye las celdas 14 que no están designadas como celdas de almacenamiento 64, tal como el camino 16a en la FIGURA 7. En su lugar, si el módulo de planificación de ruta 94 determina que la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante no está acoplada actualmente, el módulo de planificación de ruta 94 puede generar un camino 16 que incluye las celdas 14 que están designadas como celdas de almacenamiento 64 así como las celdas 14 que están designadas como celdas sin almacenamiento, tal como el camino 16b en la FIGURA 7.

Después de generar el camino adecuado 16, el módulo de planificación de ruta 94 comunica el camino 16 a la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante. En el ejemplo ilustrado, el módulo de planificación de ruta 94 comunica el camino 16 generado a la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante transmitiendo una respuesta de ruta 24 a la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante que especifica el camino 16 generado en el paso 648. La respuesta de ruta 24 incluye información que define el camino 16 generado. Después de recibir la respuesta de ruta 24, la unidad de accionamiento móvil 20 entonces puede comenzar a atravesar el camino 16 generado a la ubicación de destino y la operación del módulo de planificación de ruta 94 con respecto a la generación de este camino 16 finaliza, como se muestra en la FIGURA 8.

Las FIGURAS 9-11 ilustran técnicas para seleccionar un destino para la unidad de accionamiento móvil 20 en base al estado de la unidad de accionamiento móvil 20 pertinente. Más específicamente, la FIGURA 9 ilustra un ejemplo de cómo el módulo de gestión 15 podría utilizar tales técnicas para seleccionar destinos para las unidades de accionamiento móviles 20 en base a sus asignaciones de tareas, mientras que la FIGURA 10 ilustra un ejemplo de cómo el módulo de gestión 15 podría utilizar tales técnicas para seleccionar un destino para las unidades de accionamiento móviles 20 en base a su capacidad de completar las tareas. Adicionalmente, la FIGURA 11 es un diagrama de flujo que ilustra una operación ejemplo del módulo de gestión 15 en una implementación particular de estas técnicas. Como ejemplo de cómo tal técnica podría ser usada en el sistema de inventario 10, en ejemplos particulares del sistema de inventario 10, las unidades de accionamiento móviles 20 y los soportes de inventario 30 se pueden dimensionar y conformar para permitir a una unidad de accionamiento móvil 20 desacoplada y a un soporte de inventario 30 compartir la misma parte del espacio de trabajo 70, tal como las celdas de almacenamiento 64. Como resultado, el módulo de gestión 15 puede dar instrucciones a las unidades de accionamiento móviles 20 que no están enganchadas actualmente en la terminación de cualquier tarea asignada para aparcar en un espacio que almacena actualmente un soporte de inventario 30. Esto puede reducir la posibilidad de que una unidad de accionamiento móvil 20 inactiva llegue a ser un obstáculo en el espacio de trabajo 70 y libera más espacio para el tráfico. Adicionalmente, estas técnicas pueden provocar a las unidades de accionamiento móviles 20 inactivas ser dirigidas a una ubicación seleccionada para situar mejor la unidad de accionamiento móvil 20 relevante para responder a su próxima asignación.

El ejemplo ilustrado por la FIGURA 9 comienza con el módulo de programación de recursos 92 determinando un estado de la unidad de accionamiento móvil 20c. En particular, en este ejemplo, el módulo de programación de recursos 92 determina un estado de asignación de la unidad de accionamiento móvil 20c. El estado de asignación puede referirse a si la unidad de accionamiento móvil 20 pertinente tiene asignada actualmente una o más tareas, está enganchada activamente en la terminación de una o más tareas, ha completado, acaba de completar una o más tareas asignadas previamente y/o cualquier otra consideración asociada con las tareas que le han sido asignadas y/o completadas por la unidad de accionamiento móvil 20c.

Adicionalmente, el módulo de programación de recursos 92 puede determinar el estado de asignación de la unidad de accionamiento móvil 20 particular de cualquier manera apropiada. En ejemplos particulares, las unidades de accionamiento móviles 20, al completar una tarea, informan al módulo de programación de recursos 92 del hecho de que han completado sus tareas asignadas actualmente. En el ejemplo ilustrado, la unidad de accionamiento móvil 20c informa al módulo de programación de recursos 92 transmitiendo un mensaje de terminación de tarea 192. El mensaje de terminación de tarea 192 indica al módulo de programación de recursos que la unidad de accionamiento móvil 20 que transmitió el mensaje de terminación de tarea 192 ha completado su tarea asignada actualmente. El

mensaje de terminación de tarea 192 puede incluir un identificador para la unidad de accionamiento móvil 20 inactiva y/u otra información adecuada para permitir al módulo de programación de recursos 92 determinar que la unidad de accionamiento móvil 20 pertinente ha completado su tarea. Como resultado, el módulo de programación de recursos 92 determina el estado de asignación de la unidad de accionamiento móvil 20c en base a la recepción del mensaje de terminación de tarea 192. En ejemplos alternativos, el módulo de programación de recursos 92 puede monitorizar una o más unidades de accionamiento móviles 20 que operan en el espacio de trabajo 70 y puede mantener la información de estado pertinente como parte de su operación normal.

En respuesta a determinar que la unidad de accionamiento móvil 20c ha completado sus tareas asignadas, el módulo de programación de recursos 92 selecciona un destino para la unidad de accionamiento móvil 20c que se elige en base al hecho de que la unidad de accionamiento móvil 20c está inactiva. Dependiendo de la configuración del sistema de inventario 10, el módulo de programación de recursos 92 puede usar el conocimiento de que la unidad de accionamiento móvil 20c está inactiva de cualquier manera adecuada en la selección de un destino apropiado para la unidad de accionamiento móvil 20c. Proporcionando un tratamiento especial para las unidades de accionamiento móviles 20 inactivas, el módulo de programación de recursos 92 puede colocar selectivamente estas unidades de accionamiento móviles 20 para mejorar la eficacia global del sistema de inventario 10.

En ejemplos particulares, el módulo de programación de recursos 92 puede dirigir la unidad de accionamiento móvil 20c a ubicaciones de bajo tráfico para evitar que la unidad de accionamiento móvil 20c cree congestión mientras que espera otra tarea. Como ejemplo, el módulo de programación de recursos 92 puede seleccionar una ubicación de destino de entre las celdas de almacenamiento 64 que actualmente mantienen un soporte de inventario 30 almacenado. Las celdas de almacenamiento 64c, 64d y 64e en la FIGURA 9 ilustran ejemplos de tales ubicaciones.

Como otro ejemplo, el módulo de programación de recursos 92 puede dirigir la unidad de accionamiento móvil 20c a un destino de bajo tráfico seleccionando una celda 14 que de otro modo es inaccesible por las unidades de accionamiento móviles 20, como un destino y/o moverse a través, que están acopladas actualmente con un soporte de inventario 30. Por ejemplo, en ejemplos particulares, el módulo de programación de recursos 92 puede identificar un destino de entre las celdas 14 en los espacios de trabajo que tienen escaleras en voladizo, entradas estrechas, techos bajos y/o son de otra manera inaccesibles por unidades de accionamiento móviles 20 acopladas con los soportes de inventario 30 usados en ese ejemplo del sistema de inventario 10. Esto puede ayudar a asegurar que las unidades de accionamiento móviles 20 que transportan soportes de inventario 30 no necesitarán usar la celda 14 seleccionada como un espacio de aparcamiento para la unidad de accionamiento móvil 20c. El espacio de trabajo 70 ilustrado en la FIGURA 9 incluye una escalera 890 que impide a las unidades de accionamiento móviles 20 que transportan los soportes de inventario 30 moverse a través de al menos las celdas 14c - 14g. Como resultado, las celdas 14c-14g ilustran un ejemplo de este tipo de celda inaccesible en la FIGURA 9.

Aún como otro ejemplo, en ejemplos particulares el módulo de programación de recursos 92 puede dirigir la unidad de accionamiento móvil 20c a un destino de bajo tráfico seleccionando una ubicación de destino en base al flujo de tráfico real a través del área pertinente. Por ejemplo, el módulo de programación de recursos 92 puede considerar la frecuencia con la que una celda particular 14 está incluida en los caminos 16 generados por el módulo de planificación de ruta 94, la frecuencia con la que los segmentos que incluyen esa celda 14 se solicitan para una reserva y/o cualquier otro indicador adecuado del flujo de tráfico y entonces puede seleccionar un destino para la unidad de accionamiento móvil 20d de entre las celdas 14 que se usan solamente con poca frecuencia por las unidades de accionamiento móviles 20. Las celdas 14h-14j en la FIGURA 9 se suponen, para los propósitos de este ejemplo, que son utilizadas con poca frecuencia por las unidades de accionamiento móviles 20 y de esta manera ilustran un ejemplo de este tipo de ubicación.

Adicionalmente, el módulo de programación de recursos 92 puede intentar mejorar la operación del sistema de inventario 10 colocando la unidad de accionamiento móvil 20c en una posición óptima para responder a las tareas posteriores asignadas a la unidad de accionamiento móvil 20c. Por ejemplo, en ejemplos particulares, el módulo de programación de recursos 92 puede seleccionar una ubicación de destino para la unidad de accionamiento móvil 20c que está cerca de los soportes de inventario 30 almacenados. Las celdas 14k-14l en la FIGURA 9 ilustran ejemplos genéricos de este tipo de ubicación.

Además, en ejemplos particulares, el módulo de programación de recursos 92 puede seleccionar un destino para la unidad de accionamiento móvil 20c que está cerca de los soportes de inventario 30 solicitados frecuentemente. Por ejemplo, en un almacén de venta por correo, el módulo de programación de recursos 92 puede seleccionar un destino para la unidad de accionamiento móvil 20c cerca de los soportes de inventario 30 que almacenan artículos de inventario 40 de mayor venta. Como resultado, en tales ejemplos, el módulo de programación de recursos 92 puede considerar la frecuencia con la que los soportes de inventario 30 particulares se usan al responder a las peticiones de inventario y seleccionar una ubicación para la unidad de accionamiento móvil 20c que está cerca de un soporte de inventario 30 solicitado frecuentemente. Además, en ejemplos particulares, el módulo de programación de recursos 92 puede intentar lograr ambas metas seleccionando un destino para la unidad de accionamiento móvil 20c que se sitúa en una celda de almacenamiento 64 que mantiene un soporte de inventario 30 solicitado frecuentemente. Como resultado, se puede mantener fuera de tráfico la unidad de accionamiento móvil 20c y también colocar óptimamente para responder a las tareas posteriores que probablemente sean asignadas a la unidad de accionamiento móvil 20. Para los propósitos de este ejemplo, los soportes de inventario 30m y 30n se

supone que son soportes de inventario solicitados frecuentemente. Como resultado, debido al hecho de que las celdas de almacenamiento 64m y 64n están almacenando actualmente cada una un soporte de inventario 30 y, en particular, un soporte de inventario 30 que se solicita frecuentemente, las celdas de almacenamiento 64m y 64n en la FIGURA 9 representan ejemplos de ubicaciones que satisfacen ambas metas.

5 De manera más general, el módulo de programación de recursos 92 puede seleccionar cualquier tipo particular de ubicación como destino de una unidad de accionamiento móvil 20 que tiene un estado de asignación particular. Adicionalmente, mientras que la FIGURA 9 ilustra una configuración ejemplo en la que tipos de celdas 14 particulares que se pueden seleccionar como destinos están situadas en ubicaciones particulares en el espacio de trabajo 70, el módulo de programación de recursos 92 puede utilizar destinos de cualquier tipo situados en cualquier lugar dentro del espacio de trabajo 70.

Después de seleccionar un destino para la unidad de accionamiento móvil 20c, el módulo de programación de recursos 92 comunica la ubicación de destino a la unidad de accionamiento móvil 20c. En el ejemplo ilustrado el módulo de programación de recursos 92 transmite una asignación de tarea 18 que identifica la ubicación de destino seleccionada. En ejemplos particulares la unidad de accionamiento móvil 20c entonces puede solicitar un camino y moverse al destino, como se describió con respecto a la FIGURA 5. En ejemplos particulares, la unidad de accionamiento móvil 20 entonces puede esperar en el destino hasta recibir otra asignación de tarea 18.

De esta manera, seleccionando las ubicaciones de aparcamiento en áreas de tráfico bajo para las unidades de accionamiento móviles 20 inactivas, un ejemplo particular del módulo de programación de recursos 92 puede reducir la probabilidad de que tales unidades de accionamiento móviles 20 creasen congestión mientras que esperan asignaciones adicionales. Además, colocando las unidades de accionamiento móviles 20 inactivas cerca de los soportes de inventario 30 u otros componentes apropiados del sistema de inventario 10, el módulo de programación de recursos 92 puede reducir el tiempo de terminación de tareas futuras que se asignen a unidades de accionamiento móviles 20 inactivas. Más generalmente, un ejemplo particular del sistema de inventario 10 se puede configurar para usar el conocimiento de que una unidad de accionamiento móvil 20 particular está inactiva de cualquier manera apropiada para seleccionar un destino para esa unidad de accionamiento móvil 20. Colocando estratégicamente las unidades de accionamiento móviles 20 que no están siendo usadas, el módulo de programación de recursos 92 puede aumentar aún más la eficiencia global y el rendimiento del sistema de inventario 10.

La FIGURA 10 ilustra otro ejemplo de cómo el módulo de programación de recursos 92 puede usar diversos aspectos del estado de una unidad de accionamiento móvil 20 para determinar una ubicación para esa unidad de accionamiento móvil 20. Más específicamente, la FIGURA 10 ilustra otro ejemplo de cómo el módulo de programación de recursos 92 puede usar un estado de capacidad de una unidad de accionamiento móvil 20 para determinar una ubicación para esa unidad de accionamiento móvil 20. Determinando un destino apropiado para una unidad de accionamiento móvil 20 en base al estado de reparación, el estado de suministro de energía y/o cualquier otra consideración relativa a la capacidad de esa unidad de accionamiento móvil 20 de completar tareas asignadas, en general y/o para completar una tarea asignada particular, el módulo de programación de recursos 92 puede optimizar la colocación de las unidades de accionamiento móviles 20 en necesidad de reparación, re-abastecimiento y/u otros tipos de mantenimiento para recuperar o mejorar su capacidad de terminar las tareas asignadas.

El ejemplo ilustrado por la FIGURA 10 comienza con módulo de programación de recursos 92 determinando el estado o un aspecto particular del estado de la unidad de accionamiento móvil 20d. En particular, en este ejemplo, el módulo de programación de recursos 92 determina un estado de capacidad de la unidad de accionamiento móvil 20d. El estado de capacidad puede referirse al estado de reparación, estado de alimentación, estado de mantenimiento y/o cualquier otro aspecto de la capacidad actual o capacidad futura prevista para completar tareas asignadas de las unidades de accionamiento móviles.

El módulo de programación de recursos 92 puede determinar el estado de capacidad de la unidad de accionamiento móvil 20d de cualquier manera apropiada. En el ejemplo ilustrado, la unidad de accionamiento móvil 20d está configurada para transmitir un mensaje de capacidad 990 cuando sus capacidades cambian y/u ocurre un evento que afecta a sus capacidades. Por ejemplo, una unidad de accionamiento móvil 20 puede transmitir un mensaje de capacidad 990 cuando cae su nivel de combustible o el nivel de carga de batería, se rompen o se llegan a ser inutilizables piezas o componentes de la unidad de accionamiento móvil 20d, transcurre un periodo de mantenimiento programado para la unidad de accionamiento móvil 20d u ocurre cualquier otro evento que afecte o afecte potencialmente a la capacidad de la unidad de accionamiento móvil 20d de completar tareas asignadas y/o permanecer activa. En un ejemplo alternativo, el módulo de programación de recursos 92 puede monitorizar diversas características de las unidades de accionamiento móviles 20 o eventos asociados con las unidades de accionamiento móviles 20 como parte de su operación normal y determinar el estado de capacidad de las unidades de accionamiento móviles 20 en base a la información monitorizada. Aún en otro ejemplo, el módulo de programación de recursos 92 puede recibir información de otros componentes del sistema de inventario 10 a partir de la cual el módulo de programación de recursos 92 determina el estado de capacidad de las unidades de accionamiento móviles 20. En general, no obstante, el módulo de programación de recursos 92 puede determinar el estado de capacidad de una unidad de accionamiento móvil 20 particular usando cualquier información apropiada obtenida de cualquier fuente adecuada.

Volviendo al ejemplo ilustrado, el módulo de programación de recursos 92, después de determinar el estado de capacidad de la unidad de accionamiento móvil 20d a partir del mensaje de capacidad 990, selecciona una ubicación para la unidad de accionamiento móvil 20d en base a este estado de la capacidad. El módulo de programación de recursos 92 genera entonces una asignación de tarea 18 que identifica la ubicación seleccionada y transmite la asignación de tarea 18 a la unidad de accionamiento móvil 20 para su terminación. Seleccionando un destino apropiado para la unidad de accionamiento móvil 20 en base a su estado de capacidad, el módulo de programación de recursos 92 puede ser capaz de reducir los efectos del daño, agotamiento de energía y otras apariciones debilitantes sobre la congestión, el rendimiento y la capacidad de respuesta del sistema de inventario 10.

Como ejemplo, en ejemplos particulares, el estado de capacidad de la unidad de accionamiento móvil 20d puede referirse a su estado de reparación. Si cualquiera de los componentes o un componente específico, de la unidad de accionamiento móvil 20d se rompe o se llega a ser inutilizable, la unidad de accionamiento móvil 20 puede transmitir el mensaje de capacidad 990 al módulo de programación de recursos 92. El módulo de programación de recursos 92 entonces puede seleccionar un destino para la unidad de accionamiento móvil 20 en base al conocimiento de que la unidad de accionamiento móvil 20d necesita reparación. En ejemplos particulares, el sistema de inventario 10 puede incluir estaciones de reparación 992 automatizadas que son capaces de reparar ciertos tipos de fallos de funcionamiento o sustituir ciertos tipos de piezas. Por ejemplo, el sistema de inventario 10 puede incluir una estación de reparación 992 automatizada que puede sustituir neumáticos estropeados, limpiar sensores o realizar otros tipos de reparaciones, con limitada o sin intervención humana. En tales ejemplos, el módulo de programación de recursos 92 puede seleccionar un destino a o cerca de una estación de reparación 992 automatizada apropiada, tales como las celdas 14m, 14n y 14o, en respuesta a determinar que la unidad de accionamiento móvil 20d necesita reparación o, en respuesta a determinar que la unidad de accionamiento móvil 20d necesita un tipo particular de reparación.

Como otro ejemplo, en ejemplos particulares el sistema de inventario 10 pueden incluir celdas 14, tales como las celdas 14p y 14q que proporcionan fácil acceso a los operadores humanos que intentan reparar las unidades de accionamiento móviles 20 y el módulo de programación de recursos 92 se puede configurar para enviar las unidades de accionamiento móviles 20 a estas celdas para al menos ciertos tipos de reparaciones. En ejemplos particulares, tales como el ilustrado en la FIGURA 10, algo de o todo el espacio de trabajo 70 se puede encerrar por una pared, barandilla u otra barrera que impide o limita entrar al espacio de trabajo 70 y el módulo de programación de recursos 92 puede seleccionar un destino cerca de puntos de acceso al espacio de trabajo 70 (tales como las puertas 998 en la Figura 10). Alternativa o adicionalmente, el módulo de programación de recursos 92 puede seleccionar un destino que se sitúa lejos de las áreas de alto tráfico, reservado para trabajos de reparación o de otro modo situado para permitir a los operadores humanos un acceso seguro y/o fácil a las unidades de accionamiento móviles que necesitan reparación. De esta manera, en respuesta a la determinación de que la unidad de accionamiento móvil 20d necesita reparación o, en respuesta a la determinación de que la unidad de accionamiento móvil 20d necesita un tipo de reparación particular (por ejemplo, un tipo de reparación demasiado complicado para la estación de reparación 994 automatizada), el módulo de programación de recursos 92 puede seleccionar un destino, tal como las celdas 14p y 14q, para la unidad de accionamiento móvil 20d que sea fácilmente accesible a los operadores humanos.

Aún como otro ejemplo, en ejemplos particulares el estado de capacidad de la unidad de accionamiento móvil 20d puede referirse a su nivel de combustible o carga. Por ejemplo, en ejemplos particulares, la unidad de accionamiento móvil 20d puede transmitir el mensaje de capacidad 990 indicando su nivel de combustible, carga de batería o cualquier otra forma apropiada de nivel de energía al módulo de programación de recursos 92. El módulo de programación de recursos 92 entonces puede seleccionar un destino apropiado para la unidad de accionamiento móvil 20d en base a esta información. En ejemplos particulares, el sistema de inventario 10 puede incluir una o más estaciones de energía 996 en las que las unidades de accionamiento móviles 20 se pueden recargar o repostar, recibir una nueva batería o de otro modo recibir energía adicional para responder a las tareas asignadas. De esta manera, en respuesta a determinar que la unidad de accionamiento 20d necesita repostar o recargar, el módulo de programación de recursos 92 puede seleccionar un destino, tal como las celdas 14r, 14s o 14t, que está cerca de una estación de energía apropiada 996.

Como otro ejemplo, en ejemplos particulares, el módulo de programación de recursos 92 se puede configurar para enviar las unidades de accionamiento móviles 20 que necesitan reparación, repostar o recargar a las celdas 14 de bajo tráfico. En consecuencia, en tales ejemplos, las unidades de accionamiento móviles 20 que no son capaces de completar las tareas asignadas no impedirán el tráfico mientras que esperan reparación o extracción del sistema de inventario 10. Al hacerlo, el módulo de programación de recursos 92 puede considerar la frecuencia con la que una celda particular 14 se incluye en los caminos 16 generados por el módulo de planificación de ruta 94, la frecuencia con la que los segmentos que incluyen esa celda 14 se solicitan para reserva y/o cualquier otro indicador apropiado del flujo de tráfico y entonces puede seleccionar un destino para la unidad de accionamiento móvil 20d de entre las celdas 14 que se usan solamente con poca frecuencia por las unidades de accionamiento móviles 20. Adicionalmente, cuando se selecciona un destino para tales unidades de accionamiento móviles 20, el módulo de programación de recursos 92 puede considerar el hecho de que, debido a las restricciones físicas, políticas del sistema y/o cualquier otra consideración adecuada una celda 14 particular no está disponible de otro modo como un destino para las unidades de accionamiento móviles 20 y/o para las unidades de accionamiento móviles 20 que se mueven a través. En la FIGURA 10, las celdas 14u y 14v se suponen, para los propósitos de este ejemplo, que son usadas con poca frecuencia por las unidades de accionamiento móviles 20 y de esta manera ilustran un ejemplo de

este tipo de ubicación. De esta manera, en respuesta a la determinación de que la unidad de accionamiento 20d necesita reparación o, en respuesta a la determinación de que la unidad de accionamiento móvil 20d necesita un tipo particular de reparación, el módulo de programación de recursos 92 puede seleccionar un destino en un área de tráfico bajo, tal como las celdas 14u o 14v.

- 5 Aún como otro ejemplo, el módulo de programación de recursos 92 puede seleccionar una tarea o tareas particulares para una unidad de accionamiento móvil 20 en base a las capacidades degradadas de la unidad de accionamiento móvil 20. De esta manera, cuando el módulo de programación de recursos 92 detecta que una unidad de accionamiento móvil 20 está en un mal estado, baja de baterías o de combustible o de otro modo en un estado de capacidades degradadas, el módulo de programación de recursos 92 puede asignar a esa unidad de accionamiento móvil 20 una tarea asociada con los soportes de inventario 30 más ligeros, los soportes de inventario 30 más cerca de la posición de la unidad de accionamiento móvil 20 o de otro modo más adecuada para el transporte por la unidad de accionamiento móvil 20 degradada que los soportes de inventario 30 asociados con otras tareas. Como resultado, el módulo de programación de recursos 92 puede seleccionar para la unidad de accionamiento móvil 20 pertinente una ubicación de destino asociada con tales soportes de inventario 30.
- 10
- 15 Más generalmente, el módulo de programación de recursos 92 puede seleccionar cualquier tipo particular de ubicación como destino para una unidad de accionamiento móvil 20 que tiene un estado de capacidad particular. Adicionalmente, mientras que la FIGURA 10 ilustra una configuración ejemplo en la que tipos de celdas 14 particulares que se pueden seleccionar como destinos están situadas en ubicaciones particulares en el espacio de trabajo 70, el módulo de programación de recursos 92 puede utilizar destinos de cualquier tipo situados en cualquier lugar dentro del espacio de trabajo 70.
- 20

Después de que el módulo de programación de recursos 92 selecciona un destino apropiado para la unidad de accionamiento móvil 20d en base a su estado de capacidad, el módulo de programación de recursos 92 comunica el destino a unidad de accionamiento móvil 20d. En el ejemplo ilustrado, comunica el destino transmitiendo una asignación de tarea 18 a la unidad de accionamiento móvil 20d que identifica el destino seleccionado. La unidad de accionamiento móvil 20d solicita entonces un camino 16 al destino seleccionado y recorre el camino al destino seleccionado como se describió anteriormente con respecto a la FIGURA 5. En ejemplos particulares la unidad de accionamiento móvil 20 entonces puede permanecer en el destino seleccionado hasta que se repara o que recibe el mantenimiento adecuado. La unidad de accionamiento móvil 20 entonces puede llegar a estar disponible para recibir otras asignaciones de tareas desde el módulo de programación de recursos 92.

25

Aunque la descripción anterior se centra en un ejemplo en el que la unidad de accionamiento móvil 20d transmite información que indica su estado de capacidad al módulo de programación de recursos 92, en ejemplos particulares, el módulo de programación de recursos 92 puede en su lugar determinar el estado de la capacidad de una unidad de accionamiento móvil 20 particular en base a la información que el módulo de programación de recursos 92 recupera de una fuente distinta de la unidad de accionamiento móvil 20 pertinente. Por ejemplo, en ejemplos particulares, la unidad de accionamiento móvil 20 se puede reparar o mantener según un programa de reparación o mantenimiento y el módulo de programación de recursos 92 puede determinar el estado de capacidad de una unidad de accionamiento móvil 20 particular en base a este programa y la información almacenada que indica la última vez que la unidad de accionamiento móvil 20 pertinente fue reparada o recibió mantenimiento.

30

35

De esta manera, seleccionando espacios de aparcamiento para las unidades de accionamiento móviles 20 que aumentan la velocidad o facilidad con que las unidades de accionamiento móviles 20 se puede reparar, repostar, recargar, mantener o de otro modo tienen sus capacidades restauradas, el módulo de programación de recursos 92 puede limitar el impacto negativo de las unidades de accionamiento móviles 20 que están dañadas, gastadas o de otro modo incapaces de completar tareas asignadas. Además, eligiendo los espacios de aparcamiento en áreas de tráfico bajo para tales unidades de accionamiento móviles 20, ejemplos particulares del módulo de programación de recursos 92 pueden reducir la probabilidad de que tales unidades de accionamiento móviles 20 creasen congestión mientras que esperan reparación o mantenimiento. Más generalmente, un ejemplo particular de sistema de inventario 10 puede estar configurado para usar el conocimiento de que una unidad de accionamiento móvil 20 particular está dañada, gastada o de otro modo incapaz de completar las tareas asignadas de cualquier manera apropiada para seleccionar un destino para esa unidad de accionamiento móvil 20. Situando estratégicamente las unidades de accionamiento móviles 20 que están en tal estado, el módulo de programación de recursos 92 puede aumentar aún más la eficiencia global y el rendimiento del sistema de inventario 10.

40

45

50

La FIGURA 11 es un diagrama de flujo que ilustra la operación de un ejemplo particular del módulo de programación de recursos 92 en la selección de una ubicación de destino para una unidad de accionamiento móvil 20. Más específicamente, la FIGURA 11 ilustra el proceso por el cual el módulo de programación de recursos 92, en ejemplos particulares del sistema de inventario 10, selecciona un destino para una unidad de accionamiento móvil 20 particular en base al estado de esa unidad de accionamiento móvil 20. Aunque la FIGURA 11 se centra en un ejemplo en el que el módulo de programación de recursos 92 selecciona un destino para la unidad de accionamiento móvil 20 en base a un estado de asignación de la unidad de accionamiento móvil 20, ejemplos particulares del módulo de programación de recursos 92 se pueden configurar para seleccionar en su lugar un destino en base a un estado de capacidad o cualquier otro aspecto del estado general de la unidad de accionamiento móvil 20 pertinente. Adicionalmente, cualquiera de los pasos ilustrados en la FIGURA 11 se pueden combinar, modificar o suprimir

55

60

donde sea apropiado y también se pueden añadir pasos adicionales a los mostrados en el diagrama de flujo. Además, los pasos descritos se pueden realizar en cualquier orden adecuado.

La operación, en este ejemplo, comienza con el módulo de programación de recursos 92 determinando un estado de asignación de una unidad de accionamiento móvil 20 particular en el paso 650. Como se señaló anteriormente, el estado de asignación puede referirse a si la unidad de accionamiento móvil 20 tiene asignada actualmente una o más tareas, está enganchada activamente en la terminación de una o más tareas y/o acaba de completar una o más tareas asignadas previamente y/o cualquier otro aspecto de las tareas que le han sido asignadas y/o completadas por la unidad de accionamiento móvil 20. En el paso 652, el módulo de programación de recursos 92 determina, en base a este estado de asignación, si la unidad de accionamiento móvil 20 está completando actualmente cualquier tarea asignada. Si el módulo de programación de recursos 92 determina que la unidad de accionamiento móvil 20 está terminando actualmente una tarea asignada, el módulo de programación de recursos 92 puede permitir a la unidad de accionamiento móvil 20 completar su tarea asignada y la operación del módulo de programación de recursos 92 con respecto a la selección de un destino para que la unidad de accionamiento móvil 20 pueda finalizar como se muestra en la FIGURA 11.

Si, en su lugar, el módulo de programación de recursos 92 determina que la unidad de accionamiento móvil 20 no está terminando actualmente ninguna tarea asignada, el módulo de programación de recursos 92 selecciona un destino para la unidad de accionamiento móvil 20, en el paso 654, en base al estado de asignación de la unidad de accionamiento móvil 20. Dependiendo de la configuración del módulo de programación de recursos 92, el módulo de programación de recursos 92 puede seleccionar cualquier destino apropiado para la unidad de accionamiento móvil 20 en base a su estado de asignación. En ejemplos particulares el módulo de programación de recursos 92 puede seleccionar un destino de tráfico bajo o un destino cerca de ubicaciones asociadas con tareas futuras previstas. De esta manera, en respuesta a la determinación de que la unidad de accionamiento móvil 20 está inactiva, el módulo de programación de recursos 92 puede seleccionar una ubicación en base a un nivel de tráfico asociado con el destino, en base a su proximidad a los soportes de inventario 30 o en base a cualquier otra consideración apropiada un estado de la unidad de accionamiento móvil 20.

En el paso 656, el módulo de programación de recursos 92 transmite información que identifica el destino seleccionado a la unidad de accionamiento móvil 20. En ejemplos particulares, el módulo de programación de recursos 92 transmite una asignación de tarea 18 que incluye el destino seleccionado. En el paso 658, la unidad de accionamiento móvil 20 se mueve al destino seleccionado.

La unidad de accionamiento móvil 20 entonces espera hasta que recibe otra tarea asignada en el paso 660. De esta manera, en el paso 662, la unidad de accionamiento móvil 20 determina si la unidad de accionamiento móvil 20 ha recibido otra tarea asignada. Si es así, la unidad de accionamiento móvil 20 comienza a ejecutar la tarea asignada en el paso 664 y la operación del módulo de programación de recursos 92 con respecto a la selección de un destino para la unidad de accionamiento móvil 20 finaliza como se muestra en la FIGURA 11.

Mientras que la unidad de accionamiento móvil 20 está esperando otra tarea asignada, el módulo de programación de recursos 92 puede determinar, en el paso 666, que una parte del espacio de trabajo 70 asociado con el destino seleccionado, tal como una celda 14 que contiene el destino seleccionado, se necesita para otro uso. Como resultado, el módulo de programación de recursos 92 puede seleccionar otro destino para la unidad de accionamiento móvil 20 en el paso 668 y la operación puede volver al paso 656 con el módulo de programación de recursos 92 transmitiendo información que identifica la ubicación recién seleccionada a la unidad de accionamiento móvil 20.

Las FIGURAS 12A-12E, 13 y 14 ilustran una técnica para gestionar el movimiento coordinado o "apelotonado" de unidades de accionamiento móviles 20. Más específicamente, las FIGURAS 12A-12E ilustran un ejemplo de cómo técnicas de movimiento coordinado se podrían implementar y utilizar en un ejemplo particular del sistema de inventario 10. La FIGURA 13 es un diagrama de flujo que ilustra la operación ejemplo del módulo de gestión 15 al utilizar una implementación particular de estas técnicas, mientras que la FIGURA 14 es un diagrama de flujo que ilustra una operación ejemplo de una unidad de accionamiento móvil 20 al utilizar una implementación particular de estas técnicas.

Como ejemplo de cómo se podría implementar tal técnica y utilizar en el sistema de inventario 10, el módulo de gestión 15 puede emplear políticas de reserva modificadas para un grupo de unidades de accionamiento móviles 20 que se mueve en la misma dirección. En particular, se puede permitir una o más unidades de accionamiento móviles 20 en la parte trasera del grupo para reservar un segmento 17 que incluye una celda 14 particular ocupada por la unidad de accionamiento móvil 20 en la parte delantera de esa unidad de accionamiento móvil 20 antes de que la unidad de accionamiento móvil 20 delantera desocupe la celda correspondiente 14, en base a la expectativa de que se muevan la(s) unidad(es) de accionamiento móvil(es) 20 en la parte delantera al mismo tiempo que se muevan la(s) unidad(es) de accionamiento móvil(es) 20 en la parte trasera y que, como resultado, no ocurra una colisión a pesar de la política de reserva relajada.

Las FIGURAS 12A-12B ilustran un ejemplo de cómo estas políticas se podrían implementar en el caso de las unidades de accionamiento móviles 20 que no se están moviendo en la misma dirección. Más específicamente, las

FIGURAS 12A-12B muestran un ejemplo en el que la unidad de accionamiento móvil 20e está intentando reservar un segmento 17x de camino para moverse en la dirección indicada por la flecha 401. En el ejemplo ilustrado, el segmento de 17x ahora está reservado y ocupado por la unidad de accionamiento móvil 20f. Además, la unidad de accionamiento móvil 20f está intentando moverse hacia la unidad de accionamiento móvil 20e como se indica por la flecha 402. Las FIGURAS 12A y 12B muestran también una señal de identificación de accionamiento 430 que se genera por la unidad de accionamiento móvil 20f y se describe en mayor detalle más adelante con respecto a las FIGURAS 12C-12E.

La FIGURA 12A muestra la ubicación de las unidades de accionamiento móviles 20e y 20f, en este ejemplo, cuando la unidad de accionamiento móvil 20e intenta reservar el segmento 17x. Como se muestra en la FIGURA 12A, la unidad de accionamiento móvil 20e intenta reservar el segmento 17x transmitiendo la petición de reserva 26 al módulo de gestión 15. Similar al resultado bajo las políticas de reserva descritas anteriormente con respecto a la FIGURA 5, esta petición de reserva 26 se denegará incluso bajo las políticas de reserva modificadas utilizadas en este ejemplo, debido a que la unidad de accionamiento móvil 20f ya ocupa la celda 14xx en el segmento 17x solicitado y la unidad de accionamiento móvil 20e y la unidad de accionamiento móvil 20f no están moviéndose en la misma dirección. En el ejemplo ilustrado, el módulo de gestión 15 notifica a la unidad de accionamiento móvil 20e que la reserva intentada no tuvo éxito transmitiendo la respuesta de reserva 28 que indica que la reserva no tuvo éxito, como se muestra en la FIGURA 12B.

Adicionalmente, en ejemplos particulares, la unidad de accionamiento móvil 20e se puede equipar con un sensor de obstáculos que detecta objetos en el camino de la unidad de accionamiento móvil 20e, incluyendo otras unidades de accionamiento móviles 20. Como resultado, la unidad de accionamiento móvil 20e puede dejar de moverse si la unidad de accionamiento móvil 20e detecta a la unidad de accionamiento móvil 20f en su camino mientras que está en tránsito o puede abstenerse de solicitar una reserva si la unidad de accionamiento móvil 20e detecta la unidad de accionamiento móvil 20f en un segmento 17, tal como el segmento 17x, que la unidad de accionamiento móvil 20e está intentando reservar. En consecuencia, en ejemplos particulares, la unidad de accionamiento móvil 20e no puede ni siquiera intentar reservar el segmento 17x si la unidad de accionamiento móvil 20e detecta a la unidad de accionamiento móvil 20f en el segmento 17x como se muestra en el ejemplo.

Las FIGURAS 12C-12E ilustran un ejemplo de cómo las políticas modificadas podrían operar en el caso de las unidades de accionamiento móviles 20 que están moviéndose en la misma dirección. En las FIGURAS 12C-12E, la unidad de accionamiento móvil 20e está intentando de nuevo reservar el segmento 17x del camino para moverse en la dirección indicada por la flecha 401. Como en las ilustraciones previas, el segmento de 17x ya está reservado y ocupado por la unidad de accionamiento móvil 20f. En este caso, no obstante, la unidad de accionamiento móvil 20f está intentando alejarse de la unidad de accionamiento móvil 20e como se indica por la flecha 403.

La FIGURA 12C muestra la ubicación de las unidades de accionamiento móviles 20e y 20f cuando la unidad de accionamiento móvil 20e intenta reservar el segmento 17x. Como se muestra en la FIGURA 12C, la unidad de accionamiento móvil 20e de nuevo intenta reservar el segmento 17x transmitiendo una petición de reserva 26 al módulo de gestión 15. En este caso, no obstante, el módulo de reserva de segmento 96 (u otro componente adecuado del módulo de gestión 15) determina que la unidad de accionamiento móvil 20f está moviéndose en la misma dirección que la unidad de accionamiento móvil 20e. Como resultado, el módulo de reserva de segmento 96 decide que es aceptable permitir a la unidad de accionamiento móvil 20e reservar el segmento 17x más pronto que la unidad de accionamiento móvil 20e de otro modo sería capaz de hacerlo así. Como resultado, el módulo de gestión 15 puede transmitir una respuesta de reserva 28 que indica que la unidad de accionamiento móvil 20f ha reservado con éxito el segmento 17, como se muestra en la FIGURA 12D.

En consecuencia, en ejemplos particulares, la unidad de accionamiento móvil 20e puede ser capaz de solicitar con éxito reservas que se superponen con las reservas de la unidad de accionamiento móvil 20f en base al hecho de que las unidades de accionamiento móviles 20e y 20f están moviéndose en la misma dirección una que otra. Adicionalmente, dependiendo de las políticas específicas implementadas por el ejemplo pertinente del sistema de inventario 10, también se puede permitir a la unidad de accionamiento móvil 20e moverse dentro de una celda 14 dada antes de lo que se permitiese de otro modo. Como resultado, en ejemplos particulares, la unidad de accionamiento móvil 20e puede, en momentos particulares durante su movimiento a lo largo del segmento 17x, ocupar una parte de la misma celda 14 como la unidad de accionamiento móvil 20e, como se muestra en la FIGURA 12E. De esta manera, las políticas de reserva modificadas mostradas en las FIGURAS 12C-12E permiten a las unidades de accionamiento móviles 20 viajar en la misma dirección para seguir una a la otra con una distancia mucho más pequeña que las separa que se permitiría de otro modo.

Adicionalmente, como se señaló anteriormente, la unidad de accionamiento móvil 20e también puede incluir un detector de colisión capaz de detectar obstáculos en su camino. Si el detector de colisión detecta un obstáculo en el camino de la unidad de accionamiento móvil 20e, el detector de colisión puede impedir a la unidad de accionamiento móvil 20e moverse incluso si la unidad de accionamiento móvil 20e ha reservado con éxito los segmentos 17 a su camino. Por lo tanto, en ejemplos del sistema de inventario 10 en los que las unidades de accionamiento móviles 20 utilizan tales detectores de colisión, las unidades de accionamiento móviles 20 también se pueden configurar para transmitir una señal de identificación de accionamiento 430, como se muestra en las FIGURAS 12A-12E.

La señal de identificación de accionamiento 430 puede representar cualquier forma apropiada de señal que indica a otras unidades de accionamiento móviles 20 que el objeto que transmite la señal de identificación de accionamiento 430 es en sí mismo una unidad de accionamiento móvil 20. Ejemplos de señales de identificación de accionamiento incluyen, pero no se limitan a, señales de audio, de luz visible, radio, de infrarrojos y de ultravioleta. En ejemplos particulares, la señal de identificación de accionamiento 430 puede comprender una señal de línea de vista y las unidades de accionamiento móviles 20 pueden transmitir la señal de identificación de accionamiento 430 en una dirección opuesta a la dirección en la que están recorriendo. Como resultado, solamente las unidades de accionamiento móviles 20 colocadas detrás de la unidad de accionamiento móvil 20 que transmite (respecto a la dirección que está recorriendo la unidad de accionamiento móvil 20 que transmite) será capaz de detectar la señal de identificación de accionamiento 430. En consecuencia, las unidades de accionamiento móviles 20 que hacen detectar la señal de identificación de accionamiento 430 pueden determinar, en base a esta detección, que el obstáculo que están detectando es, de hecho, una unidad de accionamiento móvil 20 que se aleja de ellas y estas unidades de accionamiento móviles 20 pueden anular sus detectores de colisión como resultado de esta determinación.

Por otra parte, además de identificar la unidad de accionamiento móvil 20 que transmite como una unidad de accionamiento móvil, la señal de identificación de accionamiento 430 puede transportar información adicional acerca de la unidad de accionamiento móvil 20 que transmite para permitir a cualquier unidad de accionamiento móvil 20 en las inmediaciones modificar su movimiento en base al movimiento o el movimiento planeado de la unidad de accionamiento móvil 20 que transmite. Por ejemplo, la señal de identificación de accionamiento 430 puede contener la velocidad actual, la aceleración/deceleración actual, el destino, el tamaño y/o la ubicación de la unidad de accionamiento móvil 20 que transmite y/o cualquier otra información apropiada a ser usada por las unidades de accionamiento móviles 20 que intentan navegar dentro de las inmediaciones de la unidad de accionamiento móvil 20 que transmite. Como resultado, cuando la unidad de accionamiento móvil 20 que transmite ajusta su velocidad o dirección, las unidades de accionamiento móviles 20 que siguen detrás de ella pueden detectar este ajuste en base a la información contenida en la señal de identificación de accionamiento 430. Las unidades de accionamiento móviles 20 de arrastre entonces pueden ajustar su propia velocidad de respuesta y evitar colisiones cuando la unidad de accionamiento móvil 20 que transmite frena o de otro modo decelera.

De esta manera, en el ejemplo ilustrado en las FIGURAS 12C-12E, la unidad de accionamiento móvil 20f transmite la señal de identificación de accionamiento 430 que informa a la unidad de accionamiento móvil 20e que la unidad de accionamiento móvil 20f es una unidad de accionamiento móvil 20 y que está viajando a una velocidad particular. Cuando la unidad de accionamiento móvil 20e detecta la señal de identificación de accionamiento 430 transmitida por la unidad de accionamiento móvil 20f, la unidad de accionamiento móvil 20e determina que el objeto detectado por su detector de colisión es de hecho una unidad de accionamiento móvil 20 que se mueve en la dirección opuesta. Como resultado, la unidad de accionamiento móvil 20e anula su detector de colisión y avanza en la dirección de la unidad de accionamiento móvil 20f, como se muestra por la silueta de la línea de puntos en la FIGURA 12E. A medida que la unidad de accionamiento móvil 20f ajusta su velocidad, la unidad de accionamiento móvil 20e detecta el cambio en base a información en la señal de identificación de accionamiento 430 y ajusta su propia velocidad para que coincidan. Como resultado, la unidad de accionamiento móvil 20e es capaz de seguir de cerca detrás de la unidad de accionamiento móvil 20f mientras que están viajando en la misma dirección, mientras que se limita o elimina la posibilidad de una colisión entre las unidades de accionamiento móviles 20e y 20f.

La FIGURA 13 es un diagrama de flujo que ilustra una operación ejemplo del módulo de reserva de segmento 96 al implementar las técnicas descritas anteriormente. En particular, el ejemplo de la FIGURA 13 detalla la operación de un ejemplo particular de módulo de reserva de segmento 96 al gestionar el movimiento de una primera unidad de accionamiento móvil 20 y una segunda unidad de accionamiento móvil 20 que pueden estar operando en estrecha proximidad una de otra. Cualquiera de los pasos ilustrados en la FIGURA 13 se pueden combinar, modificar o suprimir cuando sea apropiado y también se pueden añadir pasos adicionales a los mostrados en el diagrama de flujo. Además, los pasos descritos se pueden realizar en cualquier orden adecuado.

La operación comienza, en el paso 670, con el módulo programación de recursos 92 que recibe, desde la primera unidad de accionamiento móvil 20, una petición de reserva 26 que solicita el uso de un segmento 17 de camino para moverse en una primera dirección. Antes o después de recibir la petición de reserva 26, el módulo de programación de recursos 92 determina que una segunda unidad de accionamiento móvil 20 está situada actualmente en el segmento 17 del camino solicitado en el paso 672. Debido a que la segunda unidad de accionamiento móvil 20 está situada actualmente en el segmento 17 del camino solicitado, el módulo de programación de recursos 92 determina si la segunda unidad de accionamiento móvil 20 está moviéndose en la primera dirección en el paso 674.

Si módulo de programación de recursos 92 determina que la segunda unidad de accionamiento móvil 20 está moviéndose en la primera dirección, el módulo de programación de recursos 92 concede la reserva. Como resultado, el módulo de programación de recursos 92 reserva el segmento 17 del camino solicitado en el paso 676. En el paso 678, el módulo de programación de recursos 92, en ejemplos particulares, entonces transmite una respuesta de reserva 28 que indica que la reserva solicitada tuvo éxito.

Si el módulo de programación de recursos 92 determina que la segunda unidad de accionamiento móvil 20 no está moviéndose en la primera dirección, el módulo de programación de recursos 92 deniega la reserva. En ejemplos

particulares, el módulo de programación de recursos 92 entonces puede transmitir una respuesta de reserva 28 a la primera unidad de accionamiento móvil 20, en el paso 680, indicando que la primera unidad de accionamiento móvil 20 no reservó con éxito el segmento 17 solicitado. La operación del módulo de programación de recursos 92 con respecto a responder a la petición de reserva 26 entonces puede terminar, como se muestra en la FIGURA 13.

5 La FIGURA 14 es un diagrama de flujo que ilustra una operación ejemplo de una unidad de accionamiento móvil 20 al implementar las técnicas descritas anteriormente. En particular, la FIGURA 14 detalla la toma de decisiones utilizada en ejemplos particulares del sistema de inventario 10 por una primera unidad de accionamiento móvil 20 que opera en estrecha proximidad a una segunda unidad de accionamiento móvil 20. Cualquiera de los pasos
10 ilustrados en la FIGURA 14 se pueden combinar, modificar o suprimir donde sea apropiado y también se pueden añadir pasos adicionales a los mostrados en el diagrama de flujo. Además, los pasos descritos se pueden realizar en cualquier orden adecuado.

La operación comienza en el paso 702 con la primera unidad de accionamiento móvil 20 que recibe un comando que la da instrucciones para moverse en una primera dirección. Este comando puede representar una asignación de
15 tarea 18 que asigna a la unidad de accionamiento móvil 20 una tarea asociada con un destino en la primera dirección, una respuesta de ruta 24 que identifica un camino 16 que parte en la primera dirección y/o cualquier otra forma apropiada de comando que da instrucciones a la primera unidad de accionamiento móvil 20 para moverse en la primera dirección. En el paso 704, la primera unidad de accionamiento móvil 20 comienza a moverse en la primera dirección a lo largo de un segmento del camino 16.

En el paso 706, la primera unidad de accionamiento móvil 20 detecta un objeto situado en la primera dirección a lo
20 largo del segmento del camino 16. En ejemplos particulares, las unidades de accionamiento móviles 20 incluyen un sensor de obstáculos 160 capaz de detectar objetos en los caminos de las unidades de accionamiento móviles 20. De esta manera, en tales ejemplos, el sensor de obstáculos 160 de la primera unidad de accionamiento móvil 20 puede detectar el objeto.

En el paso 708, la primera unidad de accionamiento móvil 20 determina si el objeto detectado es otra unidad de
25 accionamiento móvil 20 que se mueve en la primera dirección. En ejemplos particulares, las unidades de accionamiento móviles 20 transmiten señales de identificación de accionamiento 430 que las identifican como las unidades de accionamiento móviles 20. Además, en ejemplos particulares, las unidades de accionamiento móviles 20 transmiten la señal de identificación de accionamiento 430 en una dirección opuesta a su dirección de recorrido. Como resultado, solamente las unidades de accionamiento móviles 20 detrás de unas unidades de accionamiento
30 móviles 20 que transmiten (respecto a la dirección de recorrido de la unidad de accionamiento móvil 20 que transmite) reciben la señal de identificación de accionamiento 430 transmitida por la unidad de accionamiento móvil 20 que transmite. De esta manera, en tales ejemplos, la primera unidad de accionamiento móvil 20 puede determinar si el objeto detectado es una segunda unidad de accionamiento móvil 20 que se mueve en la primera dirección determinando si la primera unidad de accionamiento móvil 20 detecta una señal de identificación de
35 accionamiento 430 transmitida por el objeto.

Si la primera unidad de accionamiento móvil 20 determina que el objeto detectado no es una segunda unidad de
accionamiento móvil 20 desplazándose en la segunda dirección, la primera unidad de accionamiento móvil 20 puede terminar el movimiento en la primera dirección en el paso 710. La primera unidad de accionamiento móvil 20 entonces puede esperar hasta que la primera unidad de accionamiento móvil 20 ya no detecte el obstáculo
40 detectado en su camino, moverse alrededor del obstáculo detectado, solicitar un nuevo camino y/o tomar cualquier otra acción correctiva apropiada en base a la configuración de la primera unidad de accionamiento móvil 20. La operación entonces puede finalizar con respecto a este movimiento particular de la primera unidad de accionamiento móvil 20, como se muestra en la FIGURA 14.

Si, en su lugar, la primera unidad de accionamiento móvil 20 determina que el objeto detectado es una segunda
45 unidad de accionamiento móvil 20 que se mueve en la primera dirección, la primera unidad de accionamiento móvil 20 continúa moviéndose en la primera dirección. Adicionalmente, en ejemplos particulares, la segunda unidad de accionamiento móvil 20 puede comunicar información con respecto a su estado actual a la primera unidad de accionamiento móvil 20. Por ejemplo, en ejemplos particulares la señal de identificación de accionamiento 430 transmitida por la segunda unidad de accionamiento móvil 20 puede incluir información que especifica la velocidad actual de la segunda unidad móvil de accionamiento 20, su posición y la tasa máxima de deceleración que puede
50 lograr actualmente. En el paso 712, la primera unidad de accionamiento móvil 20 entonces puede calcular una velocidad a la que puede seguir con seguridad a la segunda unidad de accionamiento móvil 20. En ejemplos particulares la primera unidad de accionamiento móvil 20 puede calcular esta velocidad en base al estado de la primera unidad de accionamiento móvil 20 y/o el estado de la segunda unidad de accionamiento móvil 20, como se describió anteriormente. En el paso 714, la primera unidad de accionamiento móvil 20 puede continuar el
55 movimiento en la primera dirección a la velocidad calculada. La operación entonces puede finalizar con respecto a este movimiento particular de la primera unidad de accionamiento móvil 20, como se muestra en la FIGURA 14.

Las FIGURAS 15 y 16 ilustran la operación de un ejemplo particular de módulo de planificación de ruta 94 en la
60 utilización diversos tipos de equipos en el sistema de inventario 10 para facilitar el movimiento de las unidades de accionamiento móviles 20. Más específicamente, la FIGURA 15 ilustra un ejemplo particular del sistema de

inventario 10 que incluye el equipo de transporte para complementar las capacidades de las unidades de accionamiento móviles 20 en el transporte de los soportes de inventario 30, mientras que la FIGURA 16 ilustra un ejemplo de cómo el módulo de planificación de ruta 94 puede planificar caminos para las unidades de accionamiento móviles 20 que dependen de tal equipo. Adicionalmente, la FIGURA 17 es un diagrama de flujo que ilustra una operación ejemplo del sistema de inventario 10 en la utilización de tipos particulares de equipos de transporte para transportar los soportes de inventario 30.

La FIGURA 15 ilustra un ejemplo del sistema de inventario 10 que incluye ciertos tipos de equipos de transporte que el módulo de planificación de ruta 94 puede incorporar en los caminos 16 que el módulo de planificación de ruta 94 genera para las unidades de accionamiento móviles 20 solicitantes. En general, el sistema de inventario 10 puede incluir cualquier forma apropiada de equipos de transporte para complementar las capacidades de transporte proporcionadas por las unidades de accionamiento móviles 20. Tales equipos de transporte pueden incluir, pero no se limitan a, elevadores verticales, cintas transportadoras horizontales, elevadores, escaleras mecánicas, camiones, transbordadores y/o cualquier otro equipo capaz de transportar los soportes de inventario 30 y/o la unidad de accionamiento móvil 20 que están transportando por sí mismos los soportes de inventario 30. Como resultado, los ejemplos particulares de los sistema de inventario 10 que incluyen tales equipos de transporte pueden ser capaces de proporcionar maneras alternativas de transporte inalcanzables por el tipo particular de unidad de accionamiento móvil 20 utilizada en este ejemplo del sistema de inventario 10 (por ejemplo, transporte entre plantas de un espacio de trabajo 70 de múltiples plantas o transporte entre edificios en un espacio de trabajo 70 de múltiples edificios) o pueden ser capaces de proporcionar transporte más eficientemente de los soportes de inventario 30 bajo ciertas condiciones (por ejemplo, el transporte programado de grupos de soportes de inventario 30 a lo largo de caminos 16 o segmentos 17 de tráfico alto).

Para optimizar el uso de tales equipos de transporte, el módulo de gestión 15 puede implementar ciertas técnicas de planificación de camino, reserva de segmento y/u otros aspectos de gestión del sistema de inventario 10 que consideren las características, ventajas y/o limitaciones de los equipos de transporte incluidos en ese ejemplo particular del sistema de inventario 10. La FIGURA 15 ilustra un ejemplo de técnicas que el módulo de gestión 15 puede utilizar para reservar acceso a y el uso de tipos particulares de equipos de transporte para las unidades de accionamiento móviles 20 solicitantes. Más específicamente, la FIGURA 15 ilustra un ejemplo de cómo el módulo de gestión 15 maneja la reserva de los elevadores de accionamiento 790 en un espacio de trabajo 70 de múltiples pisos para facilitar la entrada a, el uso de y la salida de los elevadores de accionamiento 790 por las unidades de accionamiento móviles 20.

Ejemplos particulares del sistema de inventario 10, tales como el mostrado en la FIGURA 15, pueden utilizar un espacio de trabajo 770 que se extiende sobre múltiples pisos, salas y/o áreas diferentes de un edificio u otra estructura que de otro modo están físicamente separados unos de otros. En tales ejemplos los soportes de inventario 30, las estaciones de inventario 50 y/u otros elementos del sistema de inventario 10 se pueden extender sobre múltiples pisos, salas y/o áreas diferentes y las unidades de accionamiento móviles 20 pueden moverse entre estas partes separadas del espacio de trabajo 770 para completar las tareas asignadas. Además, tales ejemplos pueden incluir equipos de transporte alternativos para complementar las capacidades de transporte de las unidades de accionamiento móviles 20 en el movimiento de los soportes de inventario 30 entre las diversas partes del espacio de trabajo 770. Por ejemplo, la FIGURA 15 ilustra un sistema de inventario 10 que incluye elevadores de accionamiento 790a-c para facilitar el movimiento de las unidades de accionamiento móviles 20 y los soportes de inventario 30 entre los diversos pisos 772 del espacio de trabajo 770. Como resultado, el módulo de programación de recursos 92, el módulo de planificación de ruta 94 y/u otros componentes del módulo de gestión 15 pueden considerar la naturaleza de múltiples pisos del espacio de trabajo 770 y la existencia de los elevadores de accionamiento 790 cuando se asignan tareas a las unidades de accionamiento móviles 20, se planifican caminos para facilitar la terminación de ciertas tareas o se realiza cualquier otra tarea relacionada con la gestión del sistema de inventario 10.

En el ejemplo ilustrado el sistema de inventario 10 utiliza una pluralidad de elevadores de accionamiento 790 que conectan las plantas 772a-c de un espacio de trabajo 770 de múltiples plantas. Los elevadores de accionamiento 790a-c cada uno conecta una planta baja 772a con una planta de segundo nivel 772b y una planta de tercer nivel 772c, como se indica por las flechas 792a-c, respectivamente. El módulo de planificación de ruta 94 es capaz de generar caminos 16 para las unidades de accionamiento móviles 20 que se basan en los elevadores de accionamiento 790 para facilitar el movimiento de las unidades de accionamiento móviles 20 entre las diferentes plantas 772 del espacio de trabajo 770. En ejemplos particulares, las unidades de accionamiento móviles 20 entonces pueden atravesar estos caminos 16, como se describió anteriormente con respecto a la FIGURA 5, reservando y utilizando adicionalmente elevadores de accionamiento 790 según sea apropiado para completar los caminos 16 recibidos.

Para los propósitos del ejemplo ilustrado, la unidad de accionamiento móvil 20g se sitúa en el piso 772a y se supone que ha recibido un camino 16m a una celda 14 de destino situada en la planta 772c. El camino 16m se supone que utiliza el elevador de accionamiento 790b para transportar la unidad de accionamiento móvil 20g al piso 772c. Después de recibir el camino 16m, la unidad de accionamiento móvil 20 puede comenzar avanzando a lo largo del camino 16m recibido, reservando segmentos y moviéndose como se describió anteriormente con respecto a la FIGURA 5. En un punto apropiado a lo largo del camino 16m, por ejemplo mientras que se atraviesa el segmento

17m, la unidad de accionamiento móvil 20 puede intentar reservar un segmento 17n asociado con el elevador de accionamiento 790b.

Debido a que el uso de los elevadores de accionamiento 790 puede requerir que ciertas condiciones sean satisfechas para garantizar que las unidades de accionamiento móviles 20 son capaces de entrar y salir de manera segura de los elevadores de accionamiento 790, el módulo de reserva de segmento 96 se puede configurar para considerar el hecho de que una celda 14 solicitada particular o el segmento 17 es adyacente a o está asociado con un elevador de accionamiento 790 cuando se resuelven las reservas de esa celda 14 o segmento 17. Como ejemplo, en ejemplos particulares el módulo de programación de recursos 92 puede agrupar celdas 14 adyacentes a un elevador de accionamiento 790 particular en los distintos pisos 772 del espacio de trabajo en un único grupo. En tales ejemplos, el módulo de programación de recursos 92 puede conceder el uso de las celdas 14 y el elevador de accionamiento 790 asociado a una única unidad de accionamiento móvil 20 a la vez. Como resultado, el módulo de programación de recursos 92 puede ser capaz de asegurar que una unidad de accionamiento móvil 20 solicitante particular, después de reservar un elevador de accionamiento 790 particular, es capaz de salir del elevador de accionamiento 790 en cualquier piso 772 sin la posibilidad de que otra unidad de accionamiento móvil 20 que bloquea la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante salga del elevador de accionamiento 790 pertinente o bien físicamente o bien reservando una celda 14 que la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante debe usar para salir del elevador de accionamiento 790 pertinente.

De esta manera, en el ejemplo ilustrado, las celdas 14w, 14x, 14y y 14z (las celdas sombreadas 14 en la FIGURA 15) todas se consideran parte de un grupo de celdas que está asociado con elevador de accionamiento 790b. A medida que la unidad de accionamiento móvil 20g se aproxima al elevador de accionamiento 790b mientras que atraviesa el camino 16m, la unidad de accionamiento móvil 20g intenta reservar la celda 14x transmitiendo una petición de reserva 26 que identifica el segmento 17n. El módulo de reserva de segmento 96 recibe la petición de reserva 26 y determina que el segmento 17n incluye una celda 14w que contiene el elevador de accionamiento 790b. Como resultado, el módulo de reserva de segmento 96 intenta satisfacer la petición de reserva 26 reservando todas las celdas 14 en el grupo asociado con el elevador de accionamiento 790b. Más específicamente, el módulo de reserva de segmento 96 intenta reservar las celdas 14x, 14y y 14z, así como la celda 14w solicitada. En este ejemplo, si el módulo de reserva de segmento 96 determina que la unidad de accionamiento móvil 20g no puede reservar todas las celdas 14w-14z entonces el módulo de reserva de segmento 96 transmite una respuesta de reserva 28 que indica que la respuesta de reserva 28 solicitada no tuvo éxito. La unidad de accionamiento móvil 20 entonces puede adoptar cualquier acción correctiva apropiada como se describió anteriormente con respecto a la FIGURA 5. Si, en su lugar, el módulo de reserva de segmento 96 determina que la unidad de accionamiento móvil 20g puede reservar todas las celdas 14w-14z entonces el módulo de reserva de segmento 96 transmite una respuesta de reserva 28 que indica que la reserva solicitada tuvo éxito.

Adicionalmente, en ejemplos particulares, el elevador de accionamiento 790 puede incluir solamente una única plataforma o cabina y la capacidad de una unidad de accionamiento móvil para acceder al elevador de accionamiento 790 en un momento dado puede depender del piso 772 en el que la cabina o plataforma se sitúa en ese momento. De esta manera, como parte de la determinación de si una unidad de accionamiento móvil 20 solicitante puede reservar un elevador de accionamiento 790 particular, el módulo de reserva de segmento 96 puede determinar si la plataforma o cabina está situada actualmente en el mismo piso 772 que la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante. Si no es así, el módulo de reserva de segmento 96 puede, dependiendo de la configuración del sistema de inventario 10, declinar la reserva solicitada, conceder la reserva solicitada pero indicar que la unidad de accionamiento móvil 20 debe esperar una cantidad de tiempo particular antes de intentar entrar en el elevador de accionamiento 790 pertinente o conceder la reserva solicitada y basarse en la interacción entre el elevador de accionamiento 790 pertinente y la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante (por ejemplo, las señales de tráfico transmitidas por el elevador de accionamiento 790) para asegurar que la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante espera hasta que el elevador de accionamiento 790 se coloca apropiadamente antes de entrar.

Adicionalmente, en ejemplos particulares, para mejorar la efectividad de los elevadores de accionamiento 790, el módulo de reserva de segmento 96 puede considerar la posición actual de una cabina o plataforma de un elevador de accionamiento 790 particular cuando se decide a cuál de las unidades de accionamiento móviles 20 que compiten conceder el uso de ese elevador de accionamiento 790. Como ejemplo, en ejemplos particulares, el módulo de reserva de segmento 96 puede reducir el movimiento de la cabina o plataforma mientras está vacía concediendo a las unidades de accionamiento móviles 20 situadas en el piso actual de la cabina o plataforma prioridad al reservar el uso de la cabina o plataforma. De esta manera, si dos unidades de accionamiento móviles 20 ambas solicitan el uso del mismo elevador de accionamiento 790 aproximadamente al mismo tiempo, el módulo de reserva de segmento 96 puede dar prioridad a la reserva de la unidad de accionamiento móvil 20 que está situada en el mismo piso que la cabina o plataforma del elevador de accionamiento 790 pertinente.

Volviendo al ejemplo, el elevador de accionamiento 790b está configurado apropiadamente para su uso por la unidad de accionamiento móvil 20g, la unidad de accionamiento móvil 20g puede entrar al elevador de accionamiento 790b. El elevador de accionamiento 790b entonces puede transportar la unidad de accionamiento móvil 20g al piso 772c. La unidad de accionamiento móvil 20g entonces puede salir del elevador de accionamiento 790b en la celda 14z, la cual, en este ejemplo, ya ha reservado la unidad de accionamiento móvil 20g en virtud de la reserva de la celda 14w y/o uso del elevador de accionamiento 790b.

Adicionalmente, en ejemplos particulares, las unidades de accionamiento móviles 20 pueden ser capaces de recibir nuevas tareas y/o caminos 16 mientras se transportan entre los pisos 772. Como resultado, el hecho de que las unidades de accionamiento móviles 20, cuando se usa un elevador de accionamiento 790 particular, reserven un grupo de celdas 14 apropiadas para permitir la salida y la entrada a ese elevador de accionamiento 790 en cualquier piso 772 puede, en ejemplos particulares, permitir a la unidad de accionamiento móvil 20 ajustarse rápidamente a la nueva tarea o el camino 16 y salir del elevador de accionamiento 790 pertinente en un piso 772 diferente sin que sea bloqueada por las unidades de accionamiento móviles 20 en el nuevo piso 772. Por ejemplo, la unidad de accionamiento móvil 20g puede recibir una nueva tarea y/o camino 16 que requiera a la unidad de accionamiento móvil 20 salir del elevador de accionamiento 790 en el piso 772b. Como resultado del hecho de que la unidad de accionamiento móvil 20g reservó previamente todas las celdas 14 en el grupo asociado con el elevador de accionamiento 790b, otra unidad de accionamiento móvil 20 no estará bloqueando la celda 14y físicamente o por reserva, si la unidad de accionamiento móvil 20g intenta cambiar su camino y salir en el piso 772b. Esto, a su vez, puede evitar a la unidad de accionamiento móvil 20g monopolizar el elevador 772b a pesar de su cambio repentino en la ruta.

Volviendo al ejemplo ilustrado, una vez que el elevador de accionamiento 790b transporta la unidad de accionamiento móvil 20g al piso 772c, la unidad de accionamiento móvil 20g sale del elevador de accionamiento 790b. Como se señaló anteriormente, en ejemplos particulares la unidad de accionamiento móvil 20 ya ha reservado la celda 14z como parte de su reserva inicial. En tales ejemplos, esa reserva asegurará que la celda 14z está despejada y la unidad de accionamiento móvil 20 puede desembarcar inmediatamente desde el elevador de accionamiento 790. La unidad de accionamiento móvil 20 entonces puede proceder a completar el resto del camino 16m como se describió anteriormente con respecto a las FIGURAS 5.

Reservando una entrada y múltiples salidas posibles de los elevadores de accionamiento 790 para las unidades de accionamiento móviles 20 que usan esos elevadores de accionamiento 790, el módulo de reserva de segmento 96 puede limitar la congestión de tráfico y reducir la cantidad de tiempo que las unidades de accionamiento móviles 20 están forzadas a esperar antes de salir de los elevadores de accionamiento 790. Adicionalmente, este sistema de reserva puede evitar que una unidad de accionamiento móvil 20 retrase el uso de un elevador de accionamiento 790 por otras unidades de accionamiento móviles 20. Además, considerando la ubicación actual de una cabina o plataforma de un elevador de accionamiento 790 al conceder reservas, el módulo de reserva de segmento 96 puede limitar el número de transiciones sin carga que la cabina o plataforma hace entre los pisos 772 y aumentar el rendimiento de los elevadores de accionamiento 790. Como resultado, las técnicas descritas pueden facilitar la operación más eficiente de los elevadores de accionamiento 790 y las unidades de accionamiento móviles 20.

La FIGURA 16 ilustra además ciertas técnicas que ejemplos particulares del sistema de inventario 10 pueden implementar para optimizar el uso de equipos de transporte, tales como los elevadores de accionamiento 790, para complementar la operación de las unidades de accionamiento móviles 20 al transportar los soportes de inventario 30. Más específicamente, la FIGURA 16 ilustra ciertas técnicas que ejemplos particulares del sistema de inventario 10 pueden utilizar para asegurar que los beneficios y desventajas de usar un tipo de transporte particular se ponderan al planificar las tareas que se asignarán y las rutas que las unidades de accionamiento móviles 20 tomarán cuando se mueven dentro del espacio de trabajo 70. Como resultado, ejemplos particulares del sistema de inventario 10 pueden aumentar aún más la eficiencia que puede resultar de la disponibilidad y uso de equipos de transporte para ayudar a las unidades de accionamiento móviles 20 en el transporte de los soportes de inventario 30.

Por ejemplo, en ejemplos de múltiples pisos del sistema de inventario 10, el módulo de programación de recursos 92 puede asociar un coste con el uso de cada celda 14 en el espacio de trabajo 770. Este coste puede representar el tiempo gastado al conducir a través de la celda 14, el nivel histórico de congestión dentro de la celda 14 o celdas colindantes 14, el número de soportes de inventario 30 adyacentes a la celda y/o cualquier otra consideración que pueda reflejar el coste en tiempo, espacio y/u otros recursos que están asociados con el encaminamiento de una unidad de accionamiento móvil 20 a través de la celda 14 pertinente. Del mismo modo, el módulo de programación de recursos 92 puede asociar un coste con el uso de los elevadores de accionamiento 790 y/u otro equipo usado para facilitar el movimiento de las unidades de accionamiento móviles 20 tales como cintas transportadoras, escaleras mecánicas y/o grúas. Usando los elevadores de accionamiento 790 como ejemplo, este coste puede representar el tiempo gastado al montar en el elevador de accionamiento 790 entre pisos 772 particulares, la potencia consumida al operar el elevador de accionamiento 790, la frecuencia con la que los caminos de múltiples pisos que usan el elevador de accionamiento 790 se generan de otro modo por el módulo de programación de recursos 92 y/o cualquier otra consideración que pueda reflejar el coste en tiempo, espacio y/u otros recursos del sistema que está asociado con proporcionar a la unidad de accionamiento móvil 20 un camino 16 que utiliza el elevador de accionamiento 790 relevante.

Cuando el módulo de gestión 15 recibe una petición de inventario que identifica, por ejemplo, un artículo de inventario 40 particular a ser recuperado, el módulo de programación de recursos 92 puede seleccionar un soporte de inventario 30 en base, al menos en parte, a la ruta menos costosa para cada uno de los soportes de inventario 30 que almacena actualmente el artículo de inventario 40 solicitado. En consecuencia, en ejemplos particulares, el módulo de programación de recursos 92 puede añadir el coste total asociado con cada camino 16 posible entre la ubicación actual de la unidad de accionamiento móvil 20 pertinente y un soporte de inventario 30 particular que

almacena el artículo de inventario 40 pertinente. El módulo de programación de recursos 92 entonces puede comparar el coste del camino menos costoso entre la unidad de accionamiento móvil 20 y cada soporte de inventario 30 y seleccionar un soporte de inventario 30 en base, al menos en parte, al camino 16 menos costoso entre una unidad de accionamiento móvil 20 seleccionada y cada uno de los soportes de inventario 30.

5 Para ilustrar, la FIGURA 16 muestra un ejemplo en el que el módulo de gestión 15 selecciona un soporte de inventario 30 para ser usado en satisfacer una petición de inventario que solicita un artículo de inventario 40 particular. En el ejemplo, el módulo de programación de recursos 92 ya ha seleccionado la unidad de accionamiento móvil 20h en base a criterios apropiados para recuperar un soporte de inventario 30 que contiene el artículo de inventario 40 solicitado. Los soportes de inventario 30p y 30q son los únicos soportes de inventario 30 que
10 almacenan actualmente el artículo de inventario 40 solicitado. Adicionalmente, para los propósitos de este ejemplo, se supone que el camino 16p y el camino 16q son los caminos 16 menos costosos entre la unidad de accionamiento móvil 20h y el soporte de inventario 30p y 30q, respectivamente. Como resultado, el módulo de programación de recursos 92 selecciona uno del soporte de inventario 30p y 30q en base, al menos en parte, al coste asociado con el camino 16p y 16q.

15 En consecuencia, si el coste asociado con el camino 16p es mayor que el coste asociado con el camino de 16q, el módulo de programación de recursos 92 seleccionará el soporte de inventario 30q y la unidad de accionamiento móvil 20h, en este ejemplo, se requerirá para usar uno de los elevadores de accionamiento 790 para acceder al piso 772b cuando se recupera el soporte de inventario 30q. Si, no obstante, el coste asociado con usar el elevador de accionamiento 790 y atravesar las celdas 14 en el camino 16q supera el coste de atravesar las celdas 14 en el
20 camino 16p, el módulo de programación de recursos 92 seleccionará el soporte de inventario 30p. De esta manera, el módulo de programación de recursos 92, en ejemplos particulares, es capaz de reconocer que uno o más costes de uso de los elevadores de accionamiento 790 pueden hacer el uso de los elevadores de accionamiento 790 menos preferido en muchos casos, pero que, bajo ciertas circunstancias, los beneficios de usar los elevadores de accionamiento 790 pueden superar estos costes.

25 Después de seleccionar un soporte de inventario 30 a ser recuperado, el módulo de programación de recursos 92 comunica la ubicación del soporte de inventario 30 seleccionado a la unidad de accionamiento móvil 20h, por ejemplo, como parte de una asignación de tarea 18, como se describió anteriormente. Suponiendo, para el propósito de este ejemplo, que el módulo de programación de recursos 92 ha seleccionado el soporte de inventario 30q, la unidad de accionamiento móvil 20h solicita un camino 16 al soporte de inventario 30q a partir del módulo de
30 planificación de ruta 94. En respuesta, el módulo de planificación de ruta 94 comunica el camino 16q o, si han cambiado las consideraciones de encaminamiento desde que fue seleccionado el soporte de inventario 30q, otro camino 16 al soporte de inventario 30q.

Al recibir un camino 16 adecuado al soporte de inventario 30q, la unidad de accionamiento móvil 20h reserva un primer segmento 17 del camino 16 recibido y comienza a moverse hacia el soporte de inventario 30q como se describió anteriormente con respecto a la FIGURA 5. Suponiendo que la unidad de accionamiento móvil 20h recibió el camino 16q del módulo de planificación de ruta 94, la unidad de accionamiento móvil 20h se moverá hacia el elevador de accionamiento 790c a lo largo del camino 16q. A media que la unidad de accionamiento móvil 20h se aproxima al elevador de accionamiento 790c, la unidad de accionamiento móvil 20h puede intentar reservar el elevador de accionamiento 790c. En ejemplos particulares, la unidad de accionamiento móvil 20h puede reservar el
40 elevador de accionamiento 790c de una manera similar que la descrita anteriormente para reservar los segmentos 17. De esta manera, si otra unidad de accionamiento móvil 20h tiene actualmente el elevador de accionamiento 790c reservado y/o está actualmente en el elevador de accionamiento 790c, la unidad de accionamiento móvil 20h puede ser incapaz de reservar el elevador de accionamiento 790c.

Una vez que la unidad de accionamiento móvil 20h reserva con éxito el elevador de accionamiento 790c, la unidad de accionamiento móvil 20h puede colocarse a sí misma en el elevador de accionamiento 790c. El elevador de accionamiento 790c entonces puede elevar la unidad de accionamiento móvil 20h al piso 772b. Como se señaló anteriormente, la operación de los elevadores de accionamiento 790 se puede controlar por las unidades de accionamiento móviles 20, el módulo de gestión 15 o cualquier otro componente adecuado del sistema de inventario 10. Después de que el elevador de accionamiento 790c eleva la unidad de accionamiento móvil 20h al piso 772, la
50 unidad de accionamiento móvil 20h procede a la ubicación del soporte de inventario 30q y se acopla con el soporte de inventario 30q. La unidad de accionamiento móvil 20h entonces puede solicitar, desde el módulo de planificación de ruta 94, un camino 16 de nuevo a una estación de inventario 50 asociada con la petición de inventario. Después de recibir tal camino 16, la unidad de accionamiento móvil 20h puede usar un elevador de accionamiento 790 especificado por el camino 16 recibido para volver al piso 772a y entonces mover el soporte de inventario 30q a la
55 estación de inventario 50 pertinente para completar la tarea asignada.

Como resultado, el sistema de inventario 10 puede incorporar los elevadores de accionamiento 790 para elevar y bajar las unidades de accionamiento móviles 20 facilitando por ello el uso de los espacios de trabajo 770 de múltiples pisos. Además, el módulo de gestión 15 y sus diversos componentes se pueden configurar para considerar los costes y beneficios de usar los elevadores de accionamiento 790 y pueden, en consecuencia, tomar decisiones bien informadas con respecto al uso de los elevadores de accionamiento 790 para completar tareas particulares. De
60 manera similar, el sistema de inventario 10 y el módulo de gestión 15 se pueden configurar para utilizar otros

5 equipos (tales como, por ejemplo, cintas transportadoras, escaleras mecánicas, grúas o transbordadores) o rasgos (tales como, por ejemplo, rampas, túneles o escaleras) para facilitar el movimiento de las unidades de accionamiento móviles 20 dentro del espacio de trabajo 770. Además, la capacidad de incorporar eficazmente tal equipo en el sistema de inventario 10 puede permitir una mayor flexibilidad en el tamaño, forma y configuración del espacio de trabajo 770 y/o proporcionar otros beneficios.

10 La FIGURA 17 es un diagrama de flujo que ilustra la operación de un ejemplo particular del módulo de programación de recursos 92 al seleccionar los caminos para las unidades de accionamiento móviles 20 en un espacio de trabajo 70 que utiliza equipos de transporte en conjunto con las unidades de accionamiento móviles 20 para transportar los soportes de inventario 30. Mientras que la FIGURA 17 se centra en un ejemplo particular del sistema de inventario 10 que utiliza una técnica particular para reservar equipos de transporte, ejemplos alternativos del sistema de inventario 10 se pueden configurar para utilizar equipos de transporte de cualquier manera apropiada. Adicionalmente, cualquiera de los pasos ilustrados en la FIGURA 17 se pueden combinar, modificar o eliminar cuando sea apropiado y los pasos adicionales también se pueden añadir a los mostrados en el diagrama de flujo. Además, los pasos descritos se pueden realizar en cualquier orden adecuado.

15 La operación comienza, en la FIGURA 17, con una unidad de accionamiento móvil 20 que se mueve a un primer punto dentro de un espacio de trabajo 70 en el paso 720. En el ejemplo descrito, un soporte de inventario 30 se almacena en una primera celda 14 en el primer punto. Después de llegar al primer punto, la unidad de accionamiento móvil 20 se acopla con el soporte de inventario 30 almacenado en el primer punto en el paso 722.

20 Después de acoplarse con el soporte inventario 30, la unidad de accionamiento móvil 20 se mueve a sí misma y al soporte de inventario hacia un segundo punto dentro del espacio de trabajo en el paso 724. En el ejemplo ilustrado, el segundo punto está situado en una segunda celda 14 que está asociada con los equipos de transporte. Esta segunda celda 14 puede representar una celda en la que está situado el equipo de transporte, una celda de entrada para el equipo de transporte, una celda de recogida para el equipo de transporte o una celda asociada con el equipo de transporte de cualquier otra manera. Adicionalmente, en el ejemplo descrito, el equipo de transporte está asociado con un grupo de múltiples celdas 14 de las cuales la segunda celda 14 es miembro.

25 A medida que la unidad de accionamiento móvil 20 se mueve al segundo punto o una vez que la unidad de accionamiento móvil 20 llega al segundo punto, la unidad de accionamiento móvil 20 reserva la segunda celda 14. En el ejemplo descrito, la unidad de accionamiento móvil 20 reserva la segunda celda 14 transmitiendo una petición de reserva 26 que identifica la segunda celda 14 al módulo de reserva de segmento 96 15 en el paso 726. En el paso 728, el módulo de reserva de segmento 96 recibe la petición de reserva 26.

30 Después de recibir la petición de reserva 26, el módulo de reserva de segmento 96 determina que la segunda celda 14 es miembro de un grupo de celdas 14 que están asociadas con el equipo de transporte en el paso 730. Como resultado, el módulo de reserva de segmento 96, como respuesta a recibir la petición de reserva 26, intenta reservar todas las células 14 en el grupo de celdas 14 asociadas con el equipo de transporte en el paso 732. El módulo de reserva de segmento 96 entonces indica a la unidad de accionamiento móvil 20 solicitante si módulo de reserva de segmento 96 fue capaz de reservar la segunda celda y/o todas las células 14 en el grupo asociado con el equipo de transporte. En el ejemplo descrito, el módulo de reserva de segmento 96 comunica el resultado a la unidad de accionamiento móvil 20 transmitiendo una respuesta de reserva 28 en el paso 734.

35 Después de reservar con éxito el grupo de celdas 14 asociadas con el equipo de transporte, la unidad de accionamiento móvil 20 entra en la segunda celda 14 en el paso 736. En el paso 738, en el ejemplo descrito, el equipo de transporte mueve el soporte de inventario 30 y la unidad de accionamiento móvil 20 a un tercer punto. En ejemplos alternativos, el equipo de transporte puede mover el soporte de inventario 30 sin mover la unidad de accionamiento móvil 20 y la unidad de accionamiento móvil 20 puede desacoplarse del soporte de inventario 30 en el segundo punto.

40 Después de que el equipo de transporte mueve el soporte de inventario 30 y, si es apropiado, la unidad de accionamiento móvil 20 al tercer punto, la unidad de accionamiento móvil 20 u otro componente adecuado del sistema de inventario 10 termina la reserva del grupo de celdas 14 asociadas con el equipo de transporte en el paso 740. En ejemplos particulares, el grupo de celdas 14 puede incluir, en o cerca del tercer punto, una o más celdas 14 de salida, celdas 14 de bajada y/u otras celdas 14 apropiadas que son parte del grupo de celdas 14 asociadas con el equipo de transporte y la reserva se puede mantener hasta que la unidad de accionamiento móvil 20 sale de esas celdas 14.

45 En el paso 742, la unidad de accionamiento móvil 20 original u otra unidad de accionamiento móvil 20 mueve el soporte de inventario 30 a un cuarto punto. El cuarto punto puede representar una ubicación de almacenamiento, estación de inventario 50 u otro destino apropiado asociado con el soporte de inventario 30 pertinente. Por ejemplo, en el ejemplo descrito, el cuarto punto está situado en una celda de almacenamiento 64 destinada para el soporte de inventario 30. De esta manera, en este ejemplo, la unidad de accionamiento móvil 20 se desacopla del soporte de inventario 30 y se aleja del soporte de inventario 30 en el paso 744. En este ejemplo, la operación del sistema de inventario 10 con respecto a mover el soporte de inventario 30 entonces termina como se muestra en la FIGURA 17.

Las FIGURAS 18-20 ilustran una operación ejemplo de un ejemplo del sistema de inventario 10 que utiliza técnicas específicas para rotar los soportes de inventario 30 como parte de transportar los soportes de inventario 30 dentro del sistema de inventario 10. Estas técnicas pueden ser útiles, por ejemplo, al presentar una cara particular de un soporte de inventario 30 a un operador de una estación de inventario 50. Las técnicas descritas y la configuración del sistema pueden permitir a ejemplos particulares del sistema de inventario 10 operar dentro de los espacios de trabajo 70 que tienen un tamaño reducido y simplificar la coordinación del movimiento de la unidad de accionamiento móvil. En ejemplos particulares del sistema de inventario 10 que utilizan las estaciones de inventario 50, la colocación de las áreas de rotación 790 cerca de las estaciones de inventario 50 puede permitir al módulo de gestión 15 retrasar la selección de una cara a ser presentada en una estación de inventario 50 particular hasta que la unidad de accionamiento móvil 20 asignada está cerca de la estación de inventario 50. Esto puede permitir al módulo de gestión 15 optimizar la selección de la cara en base al estado actual del sistema de inventario 10.

La FIGURA 18 ilustra un ejemplo del sistema de inventario 10 que incluye un módulo de gestión 15, una o más unidades de accionamiento móviles 20, uno o más soportes de inventario 30 y una o más estaciones de inventario 50 que operan dentro de un espacio de trabajo 870 similares a las descritas anteriormente con respecto a la FIGURA 1. Adicionalmente, el espacio de trabajo 870 incluye una pluralidad de áreas de rotación 892 en las que las unidades de accionamiento móviles 20 realizan operaciones particulares asociadas con los soportes de inventario 30 que rotan. Realizando algunas o todas las rotaciones de los soportes de inventario 30 en las áreas de rotación 892, ejemplos particulares del sistema de inventario 10 se pueden configurar para operar dentro de un espacio de trabajo más pequeño.

Las áreas de rotación 892 representan una parte del espacio de trabajo 870 que cubre una pluralidad de celdas 14. En ejemplos particulares del sistema de inventario 10, el número y disposición de las celdas 14 en un área de rotación 892 particular se seleccionan en base al tamaño y forma de los soportes de inventario 30 y el tipo de movimiento de rotación soportado por las unidades de accionamiento móviles 20. Por ejemplo, en ejemplos particulares, el sistema de inventario 10 utiliza los soportes de inventario 30 que incluyen cuatro caras dimensionadas de manera similar con cada cara que tiene una anchura sustancialmente igual a o ligeramente menor que la anchura de una celda 14 en el espacio de trabajo 870. Ejemplos particulares también pueden utilizar las unidades de accionamiento móviles 20 que son capaces de rotaciones de trescientos sesenta grados mientras que están estacionarias. En tales ejemplos, el espacio de trabajo 870 puede incluir áreas de rotación 892 que representan una sección de dos celdas por dos celdas del espacio de trabajo 870. Mientras que la FIGURA 18 ilustra un ejemplo particular en el que las áreas de rotación son iguales en tamaño en algunos múltiplos enteros del tamaño de una celda 14 individual, ejemplos alternativos del sistema de inventario 10 pueden utilizar las áreas de rotación 892 que tienen cualquier tamaño adecuado que es mayor que el tamaño de una celda 14 individual. Adicionalmente, aunque la FIGURA 18 ilustra un ejemplo particular del sistema de inventario 10 en el que las áreas de rotación 892 se sitúan adyacentes a cada estación de inventario 50, unos ejemplos alternativos de los artículos de inventario 40 pueden incluir cualquier número de áreas de rotación 892 en cualquier ubicación apropiada dentro del espacio de trabajo 870.

En el ejemplo ilustrado del sistema de inventario 10, las unidades de accionamiento móviles 20 interactúan con el módulo de gestión 15 para recibir asignaciones de tareas, solicitar caminos 16 y reservar los segmentos 17 encaminados a fin de completar las tareas de una manera similar a la descrita anteriormente con respecto a la FIGURA 5. Mientras que se transportan los soportes de inventario 30 entre las ubicaciones en el espacio de trabajo 870, una unidad de accionamiento móvil 20 mantiene una orientación constante para los soportes de inventario 30 con independencia de la dirección de la unidad de accionamiento móvil 20. En consecuencia, en el ejemplo ilustrado, cuando una unidad de accionamiento móvil 20 cambia la dirección en la que está viajando, la orientación de un soporte de inventario 30 que se transporta por esa unidad de accionamiento móvil 20 sigue siendo la misma a pesar del cambio de dirección.

Esto se puede lograr de una variedad de formas dependiendo de la configuración y las capacidades de las unidades de accionamiento móviles 20. Como ejemplo, en ejemplos particulares una unidad de accionamiento móvil 20 puede ser capaz de propulsarse por sí misma en una dirección hacia adelante y hacia atrás respecto a una cierta cara de la unidad de accionamiento móvil 20 y de rotar por sí misma para cambiar su dirección de desplazamiento. En tales ejemplos la unidad de accionamiento móvil 20 puede desacoplarse de un soporte de inventario 30 que está transportando actualmente antes de girar y el soporte de inventario 30 puede, como resultado, mantener una orientación constante con independencia de la dirección en la que está conduciendo la unidad de accionamiento móvil 20. Como otro ejemplo, en ejemplos particulares la unidad de accionamiento móvil 20 es capaz de propulsarse por sí misma en cualquiera de cuatro direcciones y de esta manera puede cambiar su dirección de desplazamiento sin rotar.

Debido a que muchas formas de soportes de inventario 30 requieren una mayor cantidad de espacio entre soportes de inventario 30 colindantes cuando se rotan uno o más de tales soportes de inventario 30, limitar la rotación de los soportes de inventario 30 puede reducir la cantidad de espacio requerido para que los soportes de inventario 30 sean transportados dentro del espacio de trabajo 870 sin colisiones que ocurren entre los soportes de inventario 30. No obstante, en ejemplos particulares del sistema de inventario 10, pueden surgir una serie de beneficios de las unidades de accionamiento móviles 20 que rotan los soportes de inventario 30. Por ejemplo, el sistema de inventario 10 puede reducir la cantidad de tiempo y esfuerzo que se gasta por el operador de una estación de inventario 50 al

recuperar los artículos de inventario 40 desde un contenedor particular de un soporte de inventario 30 si el soporte de inventario 30 se rota de manera que la cara apropiada de ese soporte de inventario 30 se presenta al operador.

De esta manera, en el ejemplo ilustrado del sistema de inventario 10, las unidades de accionamiento móviles 20 se pueden configurar para permitir la rotación de los soportes de inventario 30 pero para realizar algunas o todas las rotaciones tales en las áreas de rotación 892. En particular, las tareas asignadas a las unidades de accionamiento móviles 20 que implican transportar los soportes de inventario 30 a las estaciones de inventario 50 pueden traer los soportes de inventario 30 hacia la estación de inventario 50, manteniendo una orientación constante para los soportes de inventario 30 como se describió anteriormente. Las unidades de accionamiento móviles 20 entonces pueden, si es apropiado, ejecutar uno o más pasos diseñados para inducir una cierta forma de rotación en el soporte de inventario 30 adecuada para presentar una cara particular del soporte de inventario 30 recuperado a la estación de inventario 50. Las FIGURAS 19A a 19E ilustran ejemplos de ejemplos particulares de los pasos que las unidades de accionamiento móviles 20 pueden ejecutar para inducir tipos específicos de rotación en los soportes de inventario 30. Después de completar la forma de rotación apropiada, la unidad de accionamiento móvil 20 entonces puede colocar el soporte de inventario 30 frente a la estación de inventario 50 para permitir a un operador de la estación de inventario 50 acceder a la cara presentada del soporte de inventario 30.

En consecuencia, restringiendo o eliminando la capacidad de las unidades de accionamiento móviles 20 de rotar los soportes de inventario 30 fuera de las áreas de rotación 892, ejemplos particulares del sistema de inventario 10 pueden ser capaces de utilizar celdas 14 más pequeñas sin que ocurran colisiones. Como resultado, tales ejemplos pueden ser capaces de operar dentro de un espacio de trabajo más pequeño. De esta manera, incorporando las áreas de rotación 892, ejemplos particulares del sistema de inventario 10 pueden reducir sus requisitos globales de espacio y/o proporcionar beneficios operacionales adicionales.

Las FIGURAS 19A-19E ilustran maniobras ejemplo que se pueden realizar por ejemplos particulares de la unidad de accionamiento móvil 20 cuando se rota un soporte de inventario 30 en un área de rotación 892. En particular, las FIGURAS 19A-19D ilustran diversas maniobras que se pueden completar por la unidad de accionamiento móvil 20 para entrar en un área de rotación 892 desde una primera celda 14 y salir del área de rotación 892 en una segunda celda 14 mientras que se rota el soporte de inventario 30 de manera que una particular de las cuatro caras del soporte de inventario 30z se presenta a la estación de inventario 50. La FIGURA 19E ilustra diversas maniobras que se pueden realizar por la unidad de accionamiento móvil 20z para permitir a la unidad de accionamiento móvil 20z salir del área de rotación 892 en cualquier celda 14 del área de rotación 892 colindante. De esta manera, como se muestra por las FIGURAS 19A-19E, en ejemplos particulares, la unidad de accionamiento móvil 20 puede entrar en un área de rotación 892 desde cualquier celda 14 colindante, realizar una rotación apropiada de manera que cualquier cara del soporte de inventario 30 se enfrente a una dirección específica y entonces salir del área de rotación 892 colindante de cualquier celda 14 específica.

La FIGURA 19A ilustra un ejemplo en el que la unidad de accionamiento móvil 20 entra en el área de rotación 892 desde la celda 14aa, rota y sale del área de rotación 892 en la celda 14dd. En ejemplos particulares, las áreas de rotación 892 se puede asociar con una cola en la que se espera que las unidades de accionamiento móviles 20 esperen hasta que se conceda acceso al área de rotación 892 y también con una estación de inventario 50 en la que el soporte de inventario 30 pertinente se presentará después de salir del área de rotación 892 pertinente. Como resultado, las unidades de accionamiento móviles 20 se pueden limitar en términos de las celdas 14 desde las que pueden entrar en las áreas de rotación 892 y limitar en términos de la celda 14 en la que pueden salir de las áreas de rotación 892. De esta manera, las FIGURAS 19A-19D ilustran un ejemplo de tal ejemplo en el que la unidad de accionamiento móvil 20z se limita a entrar en el área de rotación 892 desde la celda 14aa y salir del área de rotación 892 en la celda 14dd.

Más específicamente, en el ejemplo mostrado en la FIGURA 19A, la unidad de accionamiento móvil 20 recibe un camino 16 en el área de rotación 892 a través de la celda 14aa. La unidad de accionamiento móvil 20 se aproxima a la celda 14aa a lo largo de un segmento recto 917a con una primera cara del soporte de inventario 30 (etiquetada como cara "920a" en la FIGURA 19A) que se enfrenta en la dirección del recorrido, que se refiere aquí como la "primera" dirección. A medida que la unidad de accionamiento móvil 20 está viajando a través de la celda 14aa, la unidad de accionamiento móvil 20 comienza a virar a la izquierda o a la derecha de manera que la unidad de accionamiento móvil 20 sigue un segmento arqueado 918a en el área de rotación 892. Mientras que la unidad de accionamiento móvil 20 sigue el segmento arqueado 918a, la orientación de primera cara se mantiene coherente con la dirección de desplazamiento, como se muestra en la FIGURA 19A. Como resultado, cuando la unidad de accionamiento móvil 20 alcanza el centro del área de rotación 892, en el ejemplo ilustrado, la orientación de la primera cara ha cambiado de manera que la primera cara se enfrenta ahora a una dirección (conocida aquí como la "segunda" dirección) en algún lugar entre la primera dirección y una tercera dirección ortogonal a la primera dirección. En ejemplos particulares, esta segunda dirección es aproximadamente igual a una rotación de cuarenta y cinco grados desde la primera dirección.

Al alcanzar el centro del área de rotación 892, la unidad de accionamiento móvil 20 puede realizar cualquiera de una serie de maniobras de rotación para facilitar la presentación de una cara particular de soporte de inventario 30. Las FIGURAS 19A-19D ilustran ejemplos de estas maniobras de rotación. En particular, la FIGURA 19A ilustra un ejemplo en el que la unidad de accionamiento móvil 20 realiza una rotación de noventa grados (como se indica por

la flecha 901 a) en la dirección opuesta del viraje de la unidad de accionamiento móvil 20 ejecutado para seguir el segmento arqueado 918b para orientar el soporte de inventario 30 de manera que la primera cara se presenta a un operador de la estación de inventario 50. La unidad de accionamiento móvil 20 entonces se mueve hacia la celda 14dd a lo largo del segmento arqueado 918b virando en la misma dirección que el viraje original. Como resultado de la rotación de noventa grados, una segunda cara (etiquetada como cara "920b" en la Figura 19A) del soporte de inventario 30 se enfrenta ahora en la dirección de desplazamiento y la unidad de accionamiento móvil 20 mantiene la orientación de esta segunda cara coherente con la dirección de recorrido a medida que la unidad de accionamiento móvil 20 sigue el segmento arqueado 918b.

Además, a medida que la unidad de accionamiento móvil 20 recorre el segmento arqueado 918b este camino arqueado induce una rotación adicional en el soporte de inventario 30 que complementa la rotación inducida en el soporte de inventario 30 mientras que la unidad de accionamiento móvil 20 recorrió el segmento arqueado 17a. En ejemplos particulares, esta rotación es igual a aproximadamente cuarenta y cinco grados. Como resultado, la rotación total inducida en el soporte de inventario 30 como resultado de la unidad de accionamiento móvil 20 que recorre el segmentos arqueado 918a y 918b es de aproximadamente noventa grados. En la FIGURA 19A, esta rotación contrarresta la rotación realizada por la unidad de accionamiento móvil 20 en el centro del área de rotación 892 y, a medida que la unidad de accionamiento móvil 20 completa el segmento arqueado 918b, la primera cara del soporte de inventario 30 se enfrenta una vez más a la primera dirección. La unidad de accionamiento móvil 20 entonces puede seguir otro segmento 17 de camino recto hasta la estación de inventario 50. Como resultado, en la FIGURA 19A, la primera cara del soporte de inventario 30 se presenta al operador de la estación de inventario 50.

La FIGURA 19B ilustra un ejemplo similar en el que la segunda cara se presenta al operador de la estación de inventario 50. Más específicamente, en la FIGURA 19B, la unidad de accionamiento móvil 20 sigue el segmento 17a del camino recto en la celda 14a y sigue el segmento arqueado 918a en el área de rotación 892, como se describe con respecto a la FIGURA 19A. Al alcanzar el centro del área de rotación 892, no obstante, la unidad de accionamiento móvil 20 realiza una rotación de ciento ochenta grados (como se indica por la flecha 901b). La unidad de accionamiento móvil 20 entonces sigue el segmento arqueado 918b en la celda 14dd. Como resultado de la rotación realizada en el centro del área de rotación 892, una tercera cara del soporte de inventario 30 (etiquetada como cara "920c" en la FIGURA 19B) se enfrenta ahora en la dirección de recorrido y la unidad de desplazamiento móvil 20 mantiene la orientación de esta tercera cara coherente con la dirección del recorrido a medida que la unidad de accionamiento móvil 20 sigue el segmento arqueado 17b.

A medida que la unidad de accionamiento móvil 20 recorre el segmento arqueado 918b el camino arqueado induce una rotación adicional en el soporte de inventario 30 como se describe con respecto a la FIGURA 19A. En la FIGURA 19B, esta rotación contrarresta parcialmente la rotación realizada por la unidad de accionamiento móvil 20 en el centro del área de rotación 892 y, a medida que la unidad de accionamiento móvil 20 completa el segmento 17b arqueado, la segunda cara del soporte de inventario 30 se enfrenta ahora a la primera dirección. La unidad de accionamiento móvil 20 entonces puede seguir el segmento recto 917b a la estación de inventario 50. Como resultado, en la FIGURA 19B, la segunda cara del soporte de inventario 30 se presenta para la operación de la estación de inventario 50.

La FIGURA 19C ilustra de manera similar un ejemplo en el que el tercer lado se presenta al operador de la estación de inventario 50. Más específicamente, en la FIGURA 19C, la unidad de accionamiento móvil 20 sigue el segmento 917a del camino recto en la celda 14aa y sigue el segmento arqueado 918a en el área de rotación 892, como se describe con respecto a las FIGURAS 19A y 19B. Al alcanzar el centro del área de rotación 892, no obstante, la unidad de accionamiento móvil 20 realiza una rotación de doscientos y setenta grados. La unidad de accionamiento móvil 20 entonces sigue el segmento arqueado 918b en la celda 14dd. Como resultado de la rotación realizada en el centro del área de rotación 892, una cuarta cara del soporte de inventario 30 (etiquetada como cara "920e" en la FIGURA 19C) se enfrenta ahora en la dirección de recorrido y la unidad de accionamiento móvil 20 mantiene la orientación de esta cuarta cara coherente con la dirección del recorrido a medida que la unidad de accionamiento móvil 20 sigue el segmento arqueado 918b.

A medida que la unidad de accionamiento móvil 20 recorre el segmento arqueado 918b el camino arqueado induce una rotación adicional en el soporte de inventario 30 como se describe con respecto a las FIGURAS 19A y 19B. En la FIGURA 19C, esta rotación contrarresta parcialmente la rotación realizada por la unidad de accionamiento móvil 20 en el centro del área de rotación 892 y, a medida que la unidad de accionamiento móvil 20 completa el segmento arqueado 918b, la tercera cara del soporte de inventario 30 se enfrenta ahora a la primera dirección. La unidad de accionamiento móvil 20 entonces puede seguir el segmento 918b del camino recto hasta la estación de inventario 50. Como resultado, en la FIGURA 19C, la tercera cara del soporte de inventario 30 se presenta al operador de la estación de inventario 50.

La FIGURA 19D ilustra un ejemplo en el que el cuarto lado se presenta al operador de la estación de inventario 50. Más específicamente, en la FIGURA 19D, la unidad de accionamiento móvil 20 sigue el segmento 917a del camino recto en la celda 14aa y sigue el segmento arqueado 918a en el área de rotación 892, como se describe con respecto a las FIGURAS 19A y 19B. Al alcanzar el centro del área de rotación 892, no obstante, la unidad de accionamiento móvil 20 no realiza ninguna rotación en el ejemplo ilustrado por la FIGURA 19D. La unidad de accionamiento móvil 20 sigue el camino arqueado 918b en la celda 14dd. Debido a que no se realizó ninguna

rotación en el centro del área de rotación 892, la primera cara del soporte de inventario 30 permanece enfrentándose en la dirección de recorrido y la unidad de accionamiento móvil 20 mantiene la orientación de la primera cara coherente con la dirección de recorrido a medida que la unidad de accionamiento móvil 20 sigue el segmento arqueado 918b.

5 A medida que la unidad de accionamiento móvil 20 recorre el segmento arqueado 918b el camino arqueado induce una rotación adicional en el soporte de inventario 30 como se describe con respecto a las FIGURAS 19A y19C. En consecuencia, a medida que la unidad de accionamiento móvil 20 completa el segmento arqueado 918b, la cuarta cara del soporte de inventario 30 se enfrenta ahora a la primera dirección. La unidad de accionamiento móvil 20 entonces puede seguir el segmento 917b del camino recto hasta la estación de inventario 50. Como resultado, en la
10 FIGURA 19D, la cuarta cara del soporte de inventario 30 se presenta al operador de la estación de inventario 50.

De esta manera, realizando una maniobra de rotación seleccionada (incluyendo, en circunstancias particulares, sin rotación) dentro del área de rotación 892, ejemplos particulares de la unidad de accionamiento móvil 20 son capaces de lograr cualquier orientación deseada para el soporte de inventario 30 al llegar a la estación de inventario 50. Además, cuando se utiliza en los ejemplos del sistema de inventario 10 que limitan o prohíben rotaciones en otra parte en el espacio de trabajo 870, la inclusión de áreas de rotación 892 al seleccionar lugares dentro del espacio de trabajo 870 permite al sistema de inventario 10 apoyar la presentación de cualquier cara de los soportes de inventario 30 dentro de un espacio de trabajo significativamente menor. Como resultado, el uso de las maniobras de rotación descritas puede proporcionar ahorro de espacio y otras ventajas.

La FIGURA 19E ilustra cómo, en ejemplos particulares, las unidades de accionamiento móviles 20 se pueden configurar para acceder a las áreas de rotación 892 usando cualquier combinación apropiada de las celdas 14 colindantes como puntos de entrada y de salida. Como se muestra en la FIGURA 19E, la unidad de accionamiento móvil 20 se puede configurar para seguir el segmento arqueado 918a en el área de rotación 892, realizar una maniobra de rotación apropiada y entonces sigue uno del segmento arqueado 918b, segmento arqueado 918c, segmento arqueado 918d, segmento arqueado 918e, segmento arqueado 918f, segmento arqueado 918g y
25 segmento arqueado 918h para salir de la celda 14bb, la celda 14cc, la celda 14dd, la celda 14ee, la celda 14ff, la celda 14gg y la celda 14hh, respectivamente. Adicionalmente, la unidad de accionamiento móvil 20 se puede configurar para salir del área de rotación 892 que sigue el mismo camino de la unidad de accionamiento móvil 20 seguido entrando en el área de rotación 892, que es el segmento arqueado 918a. Esto se indica en la FIGURA 19E por la curva de línea de puntos etiquetada 918aa.

Además, mientras que la FIGURA 19E ilustra un ejemplo en el que la unidad de accionamiento móvil 20 está configurada para entrar en el área de rotación 892 a través de una celda 14 particular, específicamente la celda 14aa, el segmento arqueado 918a ejemplo en la FIGURA 19E se puede generalizar para representar un segmento arqueado 918 que entra en el área de rotación 892 desde cualquiera de las celdas colindantes 14aa-dd. Como resultado, en un ejemplo dado del sistema de inventario 10, las unidades de accionamiento móviles 20 se pueden configurar para entrar al área de rotación 892 desde y salir del área de rotación 892 a cualquier área de rotación colindante 892 de una celda 14 apropiada. Por otra parte, un ejemplo dado del sistema de inventario 10 que utiliza áreas de rotación 892 también puede limitar las celdas 14 que se pueden usar para entrar y salir de un área de rotación 892 particular, por ejemplo, para controlar el flujo de tráfico alrededor del área de rotación 892. De esta manera, mientras que un ejemplo particular del sistema de inventario 10 puede incluir un área de rotación 892 que
40 las unidades de accionamiento móviles 20 son capaces de utilizar sin restricciones en cuanto a sus puntos de entrada y salida, las mismas u otras realizaciones del sistema de inventario 10 pueden incluir áreas de rotación 892 que las unidades de accionamiento móviles 20 están configuradas para entrar o salir usando las celdas 14 colindantes específicas.

De esta manera, en ejemplos particulares, para presentar una cara deseada en una dirección deseada y para proporcionar flexibilidad en la elección de los puntos de entrada y puntos de salida fuera de las áreas de rotación 892, las unidades de accionamiento móviles 20 pueden entrar en áreas de rotación 892 entonces realizar una o ambas de una rotación que rota tanto la unidad de accionamiento móvil 20 como el soporte de inventario 30 y una rotación que rota solamente la unidad de accionamiento móvil 20, en cualquier orden apropiado. Esto puede provocar tanto a la unidad de accionamiento móvil 20 que tiene la orientación apropiada para la unidad de accionamiento móvil 20 utilizar el punto de salida deseado desde el área de rotación 892 y el soporte de inventario 30 que tiene la orientación apropiada para presentar la cara deseada en la dirección deseada después de que la unidad de accionamiento móvil 20 y el soporte de inventario 30 salen del área de rotación 892. Como resultado, en ejemplos particulares, la unidad de accionamiento móvil 20 puede ser capaz de utilizar cualquier punto de entrada y salida deseado al área de rotación 892 y ser capaz de presentar cualquier cara deseada del soporte de inventario 30
55 en cualquier dirección deseada.

Las FIGURAS 20A-20G ilustran un ejemplo de cómo la unidad de accionamiento móvil 20 puede atravesar las partes del espacio de trabajo 870 fuera de las áreas de rotación designadas 892 sin rotar los soportes de inventario 30. En particular, las FIGURAS 20A-20G muestran la operación de una unidad de accionamiento móvil 20 a medida que la unidad de accionamiento móvil 20 mueve el soporte de inventario 30 desde una primera posición a una segunda posición a lo largo de una parte de un camino 16 que incluye un giro de noventa grados. Debido a que, en el ejemplo ilustrado, la unidad de accionamiento móvil 20 es capaz de doblar una esquina sin rotar el soporte de

5 inventario 30, el soporte de inventario 30 puede no solapar las celdas 14 colindantes y/o interferir con los soportes de inventario 30 en las celdas 14 colindantes cuando la unidad de accionamiento móvil 20 cambia su dirección de recorrido. Como resultado, el sistema de inventario 10 puede operar con un espacio de trabajo más pequeño y de esta manera las unidades de accionamiento móviles 20 configuradas para operar como se muestra en las FIGURAS 20A-20G pueden proporcionar beneficios de ahorro de espacio.

10 La FIGURA 20A muestra una posición inicial de tanto la unidad de accionamiento móvil 20i como el soporte de inventario 30i. Inicialmente, el soporte de inventario 30i se sitúa en un punto 910a en el espacio de trabajo 870 pertinente y la unidad de accionamiento móvil 20i se sitúa en un punto 910b. Como se muestra en la FIGURA 20B, la unidad de accionamiento móvil 20i se mueve a la ubicación del soporte de inventario 30i en el punto 910a. En este punto, la unidad de accionamiento móvil 20i aún tiene que acoplarse con el soporte de inventario 30i.

15 En el ejemplo ilustrado, la unidad de accionamiento móvil 20i se configura para acoplarse con el soporte de inventario 30i colocándose a sí misma por debajo del soporte de inventario 30i y elevando un cabezal de acoplamiento de la unidad de accionamiento móvil 20i. De esta manera, como se indica por el contorno del cabezal de acoplamiento 110, la FIGURA 20C ilustra la unidad de accionamiento móvil 20 que se acopla con el soporte de inventario 30i. La unidad de accionamiento móvil 20i entonces se propulsa a sí misma y al soporte de inventario 30i en una primera dirección para apuntar 910b como se muestra en la FIGURA 20D.

20 En el punto 910b, la unidad de accionamiento móvil 20 rota desde la primera dirección a una segunda dirección, como se muestra en la FIGURA 20E. Como se indica por el contorno del cabezal de acoplamiento 110, la unidad de accionamiento móvil 20, en el ejemplo ilustrado, permanece acoplada con el soporte de inventario 30 durante toda la rotación. Por ejemplo, en ejemplos particulares, la unidad de accionamiento móvil 20i puede, después de acoplarse con el soporte de inventario 30i, transportar el soporte de inventario 30i con un bloqueo de rotación enganchado que evita que la unidad de accionamiento móvil 20 rote independientemente del soporte de inventario 30i. En tales ejemplos, cuando la unidad de accionamiento móvil 20i intenta doblar una esquina, la unidad de accionamiento móvil 20i, la unidad de accionamiento móvil 20i puede liberar el bloqueo de rotación, permitiendo al resto de la unidad de accionamiento móvil 20 rotar de forma independiente del cabezal de acoplamiento 110. De esta manera, en tales ejemplos, la unidad de accionamiento móvil 20 puede ser capaz de rotar mientras que está acoplada con el soporte de inventario 30 pero sin rotar el soporte de inventario 30.

30 Después de la rotación, la unidad de accionamiento móvil 20i propulsa la unidad de accionamiento móvil 20i y el soporte de inventario 30i en la segunda dirección. Como resultado, la unidad de accionamiento móvil 20 se mueve al punto 910c como se muestra en la FIGURA 20F. Dependiendo de la tarea que la unidad de accionamiento móvil 20i está completando, la unidad de accionamiento móvil 20 entonces puede desacoplarse del soporte de inventario 30i, rotar el soporte de inventario 30i en un área de rotación 892 designada para la presentación de una cara particular y/o realizar cualquier otra acción apropiada para completar su tarea asignada.

35 Aunque la presente invención se ha descrito con varias realizaciones, un gran número de cambios, variaciones, alteraciones, transformaciones y modificaciones se pueden sugerir a un experto en la técnica y se pretende que la presente invención abarque tales cambios, variaciones, alteraciones, transformaciones y modificaciones que caigan dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un método de transporte de artículos de inventario, que comprende:

5 un módulo de planificación de ruta (94) que recibe una petición de ruta (22) a partir de una unidad de accionamiento móvil (20), la petición de ruta que identifica una ubicación de destino dentro de un espacio de trabajo (70), en donde el espacio de trabajo (70) comprende al menos una celda (14) asociada con un primer atributo de celda y al menos una celda (14) que no está asociada con el primer atributo de celda, el primer atributo de celda que se asocia con las celdas (14) en las que los soportes de inventario (30) se almacenan cuando no están siendo transportados, en donde la unidad de accionamiento móvil (20), cuando no está acoplada con un soporte de inventario (30), es capaz de moverse a través de espacios ocupados actualmente por soportes de inventario (30) almacenados pero no es capaz de hacerlo así cuando está acoplada con un soporte de inventario (30), la unidad de accionamiento móvil (20) que comprende un cabezal de acoplamiento (110), los soportes de inventario (30) cada uno que comprende un bastidor (310) que comprende una superficie de acoplamiento (350) y cuatro patas (328) que forman aberturas de dispositivo (326) para permitir a la unidad de accionamiento móvil (20) moverse y colocarse debajo del bastidor (310) y adyacente a la superficie de acoplamiento (350), en donde la superficie de acoplamiento (350) se acopla a una parte del cabezal de acoplamiento (110) cuando la unidad de accionamiento móvil (20) está acoplada con el soporte de inventario (30) y soporta el peso del soporte de inventario (30) mientras que el soporte de inventario (30) está acoplado con la unidad de accionamiento móvil (20);

el módulo de planificación de ruta (94) que determina un estado de la unidad de accionamiento móvil (20);

20 en respuesta a determinar que la unidad de accionamiento móvil (20) está asociada con un primer estado, el módulo de planificación de ruta (94) que genera un camino (16) a la ubicación de destino para la unidad de accionamiento móvil (20) que atraviesa las celdas (14) asociadas con el primer atributo de celda, el primer estado que está asociado con una unidad de accionamiento móvil (20) que no está acoplada actualmente con un soporte de inventario;

25 en respuesta a determinar que la unidad de accionamiento móvil (20) no está asociada con el primer estado, el módulo de planificación de ruta (94) que genera un camino (16) a la ubicación de destino para la unidad de accionamiento móvil (20) que no atraviesa las celdas (14) asociadas con el primer atributo de celda;

el módulo de planificación de ruta (94) que transmite una respuesta de ruta (24) que incluye información que define el camino (16) generado a la unidad de accionamiento móvil (20); y

30 después de recibir la respuesta de ruta (24), la unidad de accionamiento móvil (20) que comienza a atravesar el camino (16) generado a la ubicación de destino.

2. El método según la Reivindicación 1, en donde identificar el estado de la unidad de accionamiento móvil (20) comprende:

anterior a recibir la petición de ruta (22), recibir información desde la unidad de accionamiento móvil (20) que identifica un estado de la unidad de accionamiento móvil (20);

35 almacenar la información recibida;

identificar el estado de la unidad de accionamiento móvil (20) en base a la información almacenada.

3. El método según cualquiera de las Reivindicaciones precedentes, en donde recibir la petición de ruta (22) comprende recibir una petición de ruta (22) que identifica la ubicación de destino y que incluye información que indica un estado de la unidad de accionamiento móvil (20); y

40 en donde identificar el estado de la unidad de accionamiento móvil (20) comprende identificar el estado de la unidad de accionamiento móvil (20) en base, al menos en parte, a la información incluida en la petición de ruta (22).

45 **4.** El método de acuerdo con la reivindicación 1 en donde la superficie de acoplamiento (350) se apoya y/o descansa sobre una parte del cabezal de acoplamiento (110) cuando la unidad de accionamiento móvil (20) está acoplada con el soporte de inventario (30) y soporta una parte o todo el peso del soporte de inventario (30) mientras que el soporte de inventario (30) está acoplado con la unidad de accionamiento móvil.

5. Un sistema para transportar artículos de inventario, que comprende:

una pluralidad de soportes de inventario (30);

50 un espacio de trabajo (70) que comprende una pluralidad de celdas (14) del espacio de trabajo, en donde al menos una celda (14) está asociada con un primer atributo de celda y al menos una celda (14) no está asociada con el primer atributo de celda, el primer atributo de celda que está asociado con las celdas (14) en las que se almacenan los soportes de inventario (30) cuando no se transportan;

- una unidad de accionamiento móvil (20) que, cuando no está acoplada con un soporte de inventario (30), es capaz de moverse a través de espacios ocupados actualmente por los soportes de inventario (30) almacenados pero que no es capaz de hacerlo así cuando está acoplada con un soporte de inventario (30), la unidad de accionamiento móvil (20) que comprende un cabezal de acoplamiento (110), los soportes de inventario (30) cada uno que
- 5 comprende un bastidor (310) que comprende una superficie de acoplamiento (350) y cuatro patas (328) que forman aberturas de dispositivo (326) para permitir a la unidad de accionamiento móvil (20) moverse y colocarse debajo del bastidor (310) y adyacente a la superficie de acoplamiento (350), en donde la superficie de acoplamiento (350) se
- 10 acopla a una parte del cabezal de acoplamiento (110) cuando la unidad de accionamiento móvil (20) está acoplada con el soporte de inventario (30) y soporta el peso del soporte de inventario (30) mientras que el soporte de inventario (30) está acoplado con la unidad de accionamiento móvil (20);
- un módulo de gestión (15) para gestionar las unidades de accionamiento móviles (20), el módulo de gestión (15) que comprende un módulo de planificación de ruta (94) operable para:
- recibir una petición de ruta (22) desde la unidad de accionamiento móvil (20), la petición de ruta (22) que identifica una ubicación de destino dentro del espacio de trabajo (70);
- 15 determinar un estado de la unidad de accionamiento móvil (20);
- en respuesta a determinar que la unidad de accionamiento móvil (20) está asociada con un primer estado, generar un camino (16) a la ubicación de destino para la unidad de accionamiento móvil (20) que atraviesa las celdas (14) asociadas con el primer atributo de celda, el primer estado que está asociado con una unidad de accionamiento móvil (20) que no está acoplada actualmente con un soporte de inventario;
- 20 en respuesta a determinar que la unidad de accionamiento móvil (20) no está asociada con el primer estado, generar un camino (16) a la ubicación de destino para la unidad de accionamiento móvil (20) que no atraviesa las celdas (14) asociadas con el primer atributo de celda; y
- transmitir una respuesta de ruta (24) que incluye información que define el camino (16) generado a la unidad de accionamiento móvil (20);
- 25 en donde la unidad de accionamiento móvil (20), después de recibir la respuesta de ruta (24), se configura para comenzar a atravesar el camino (16) generado a la ubicación de destino.
- 6.** El sistema (10) según la Reivindicación 5, en donde el módulo de planificación de ruta (94) es operable para identificar el estado de la unidad de accionamiento móvil (20):
- 30 anterior a recibir la petición de ruta (22), recibiendo información desde la unidad de accionamiento móvil (20) que identifica un estado de la unidad de accionamiento móvil (20);
- almacenando la información recibida; e
- identificando el estado de la unidad de accionamiento móvil (20) en base a la información almacenada.
- 7.** El sistema (10) según cualquiera de las Reivindicaciones 5 o 6 precedentes, en donde el módulo de planificación de ruta (94) es operable para:
- 35 recibir la petición de ruta (22) recibiendo una petición de ruta (22) que identifica la ubicación de destino y que incluye información que indica un estado de la unidad de accionamiento móvil (20); e
- identificar el estado de la unidad de accionamiento móvil (20) identificando el estado de la unidad de accionamiento móvil (20) en base, al menos en parte, a la información incluida en la petición de ruta (22).
- 40 **8.** El sistema (10) según la reivindicación 5 en donde la superficie de acoplamiento (350) se apoya y/o descansa sobre una parte del cabezal de acoplamiento (110) cuando la unidad de accionamiento móvil (20) está acoplada con el soporte de inventario (30) y soporta una parte de o todo el peso del soporte de inventario (30) mientras que el soporte de inventario (30) está acoplado con la unidad de accionamiento móvil.

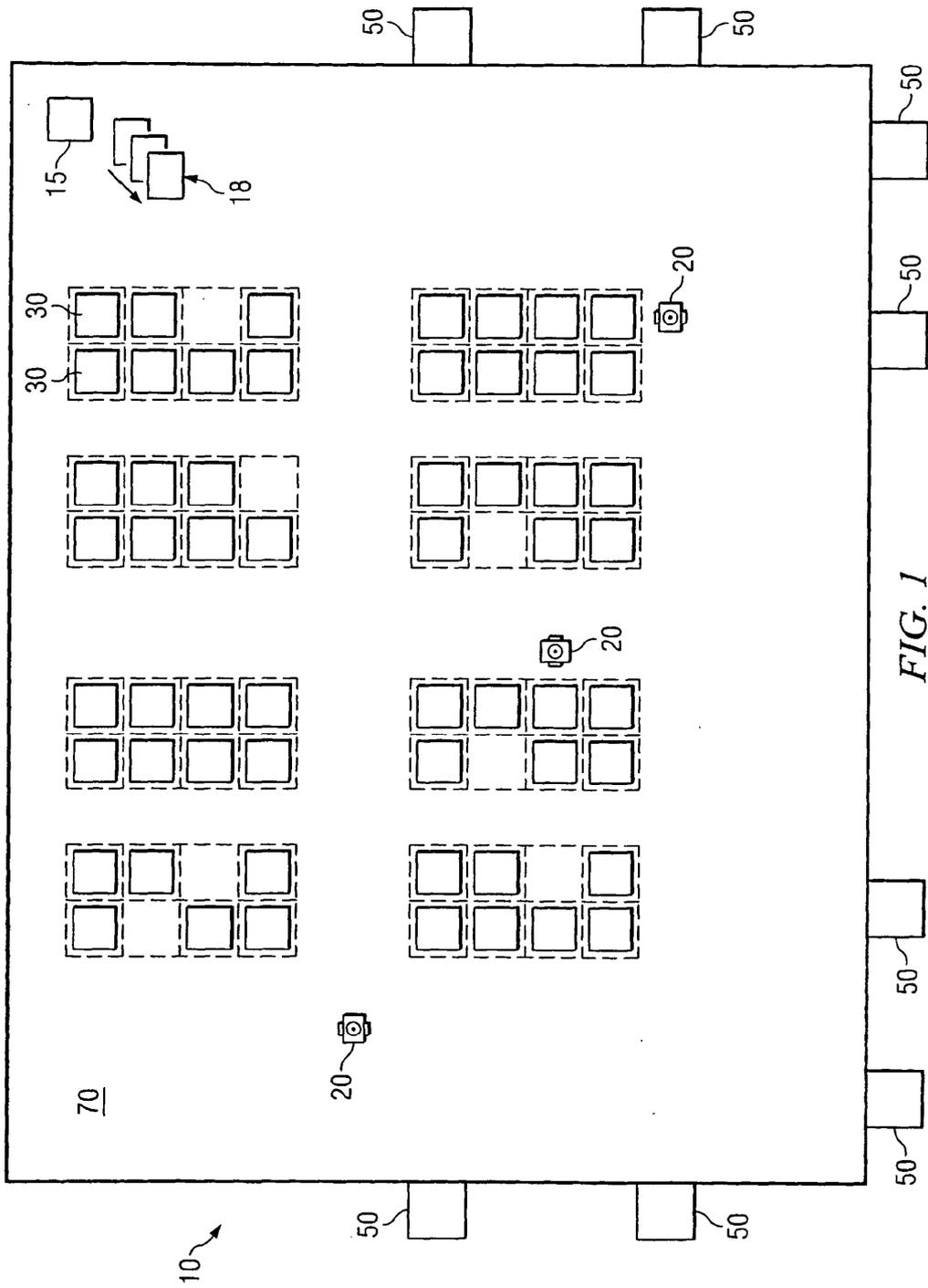
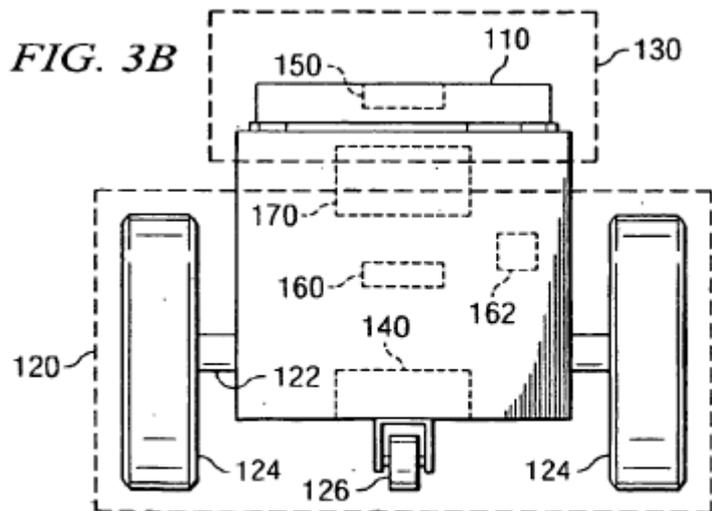
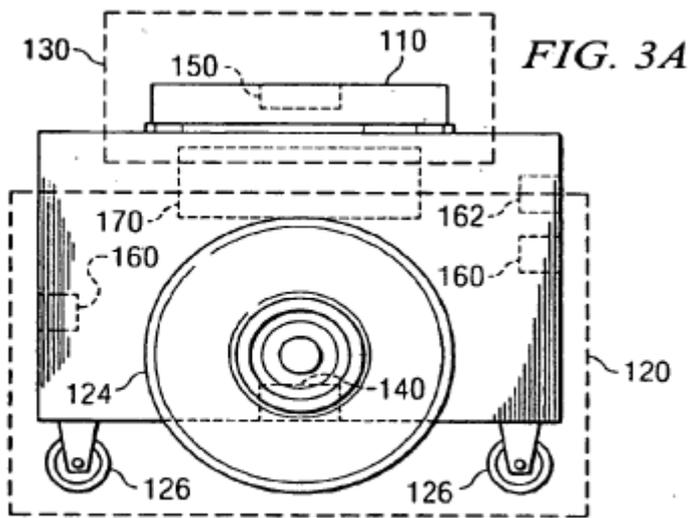
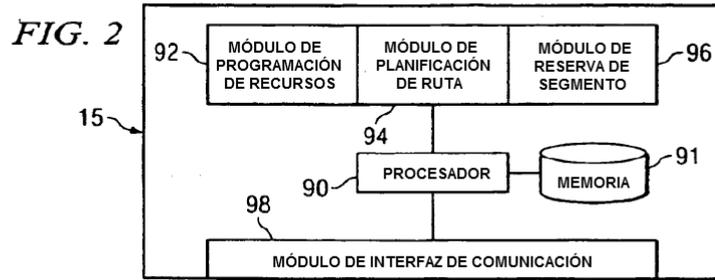


FIG. 1



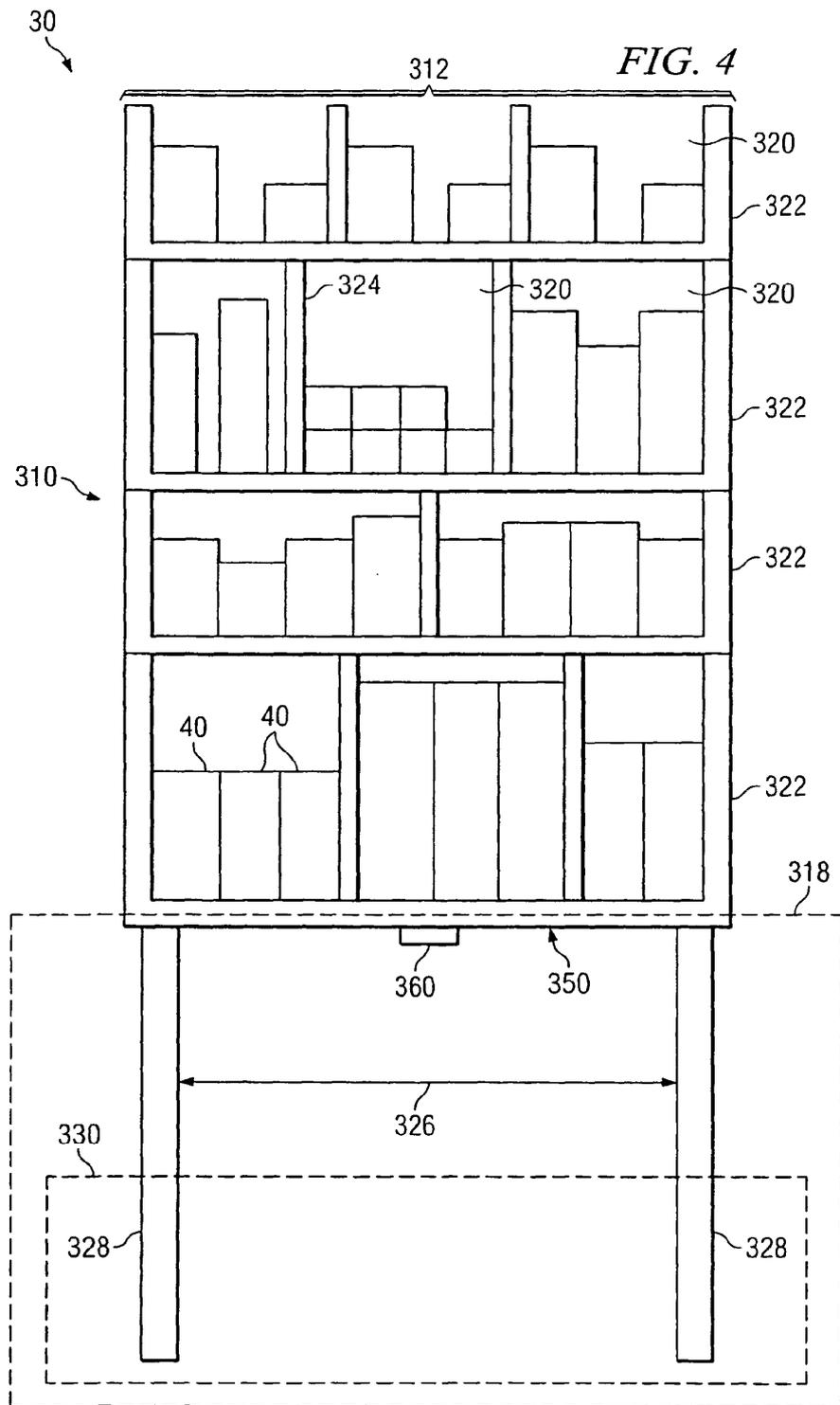
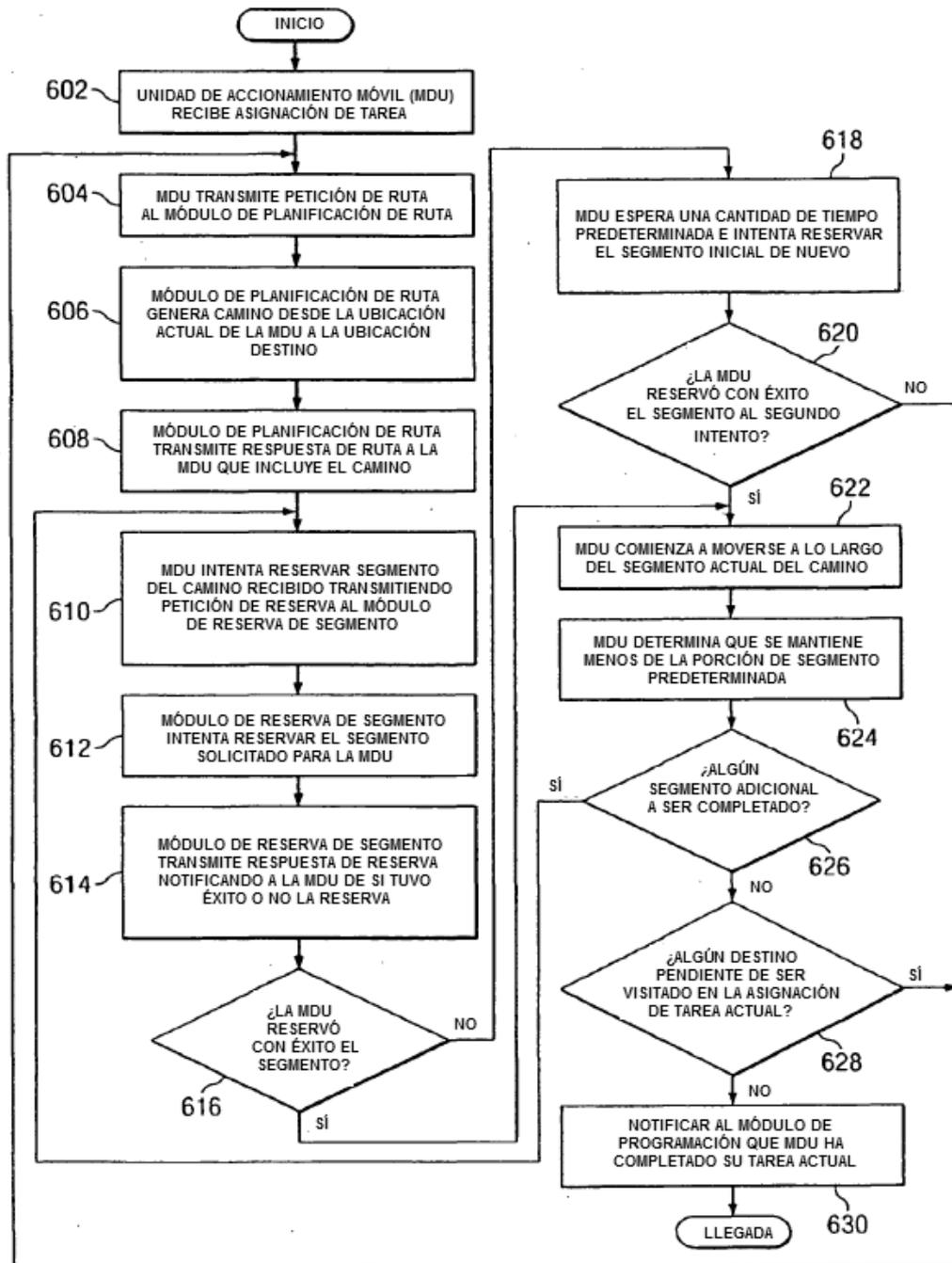


FIG. 6



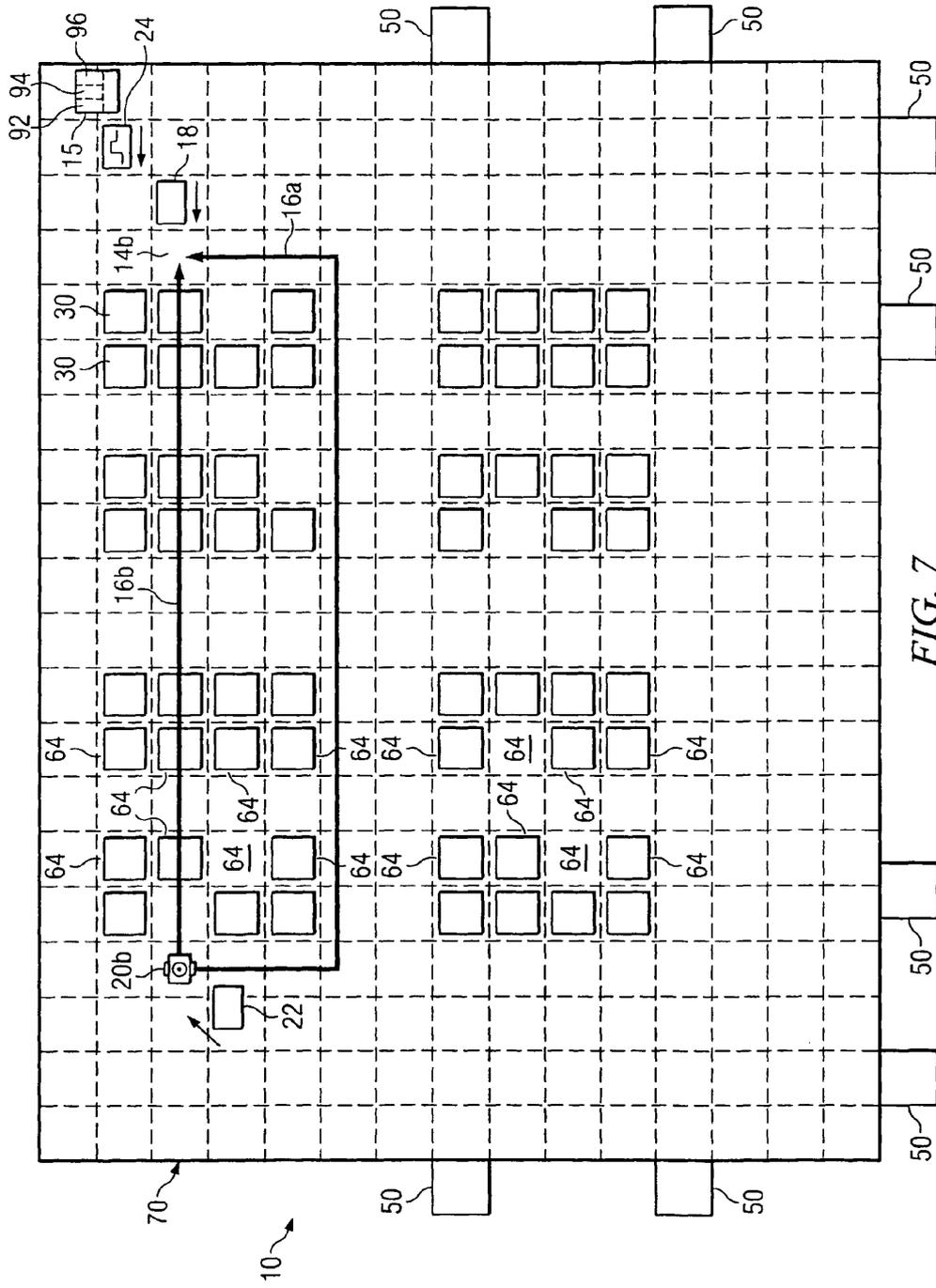
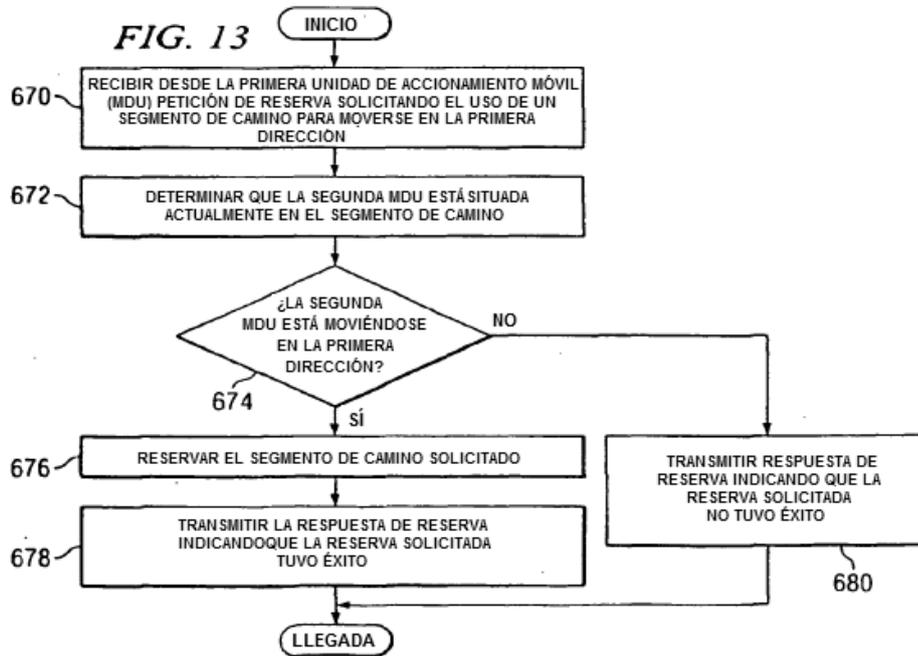
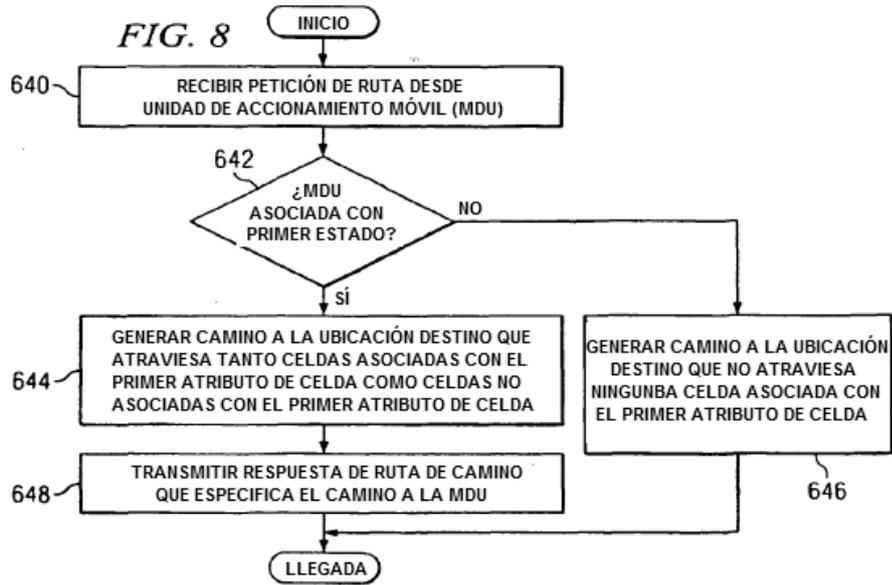


FIG. 7



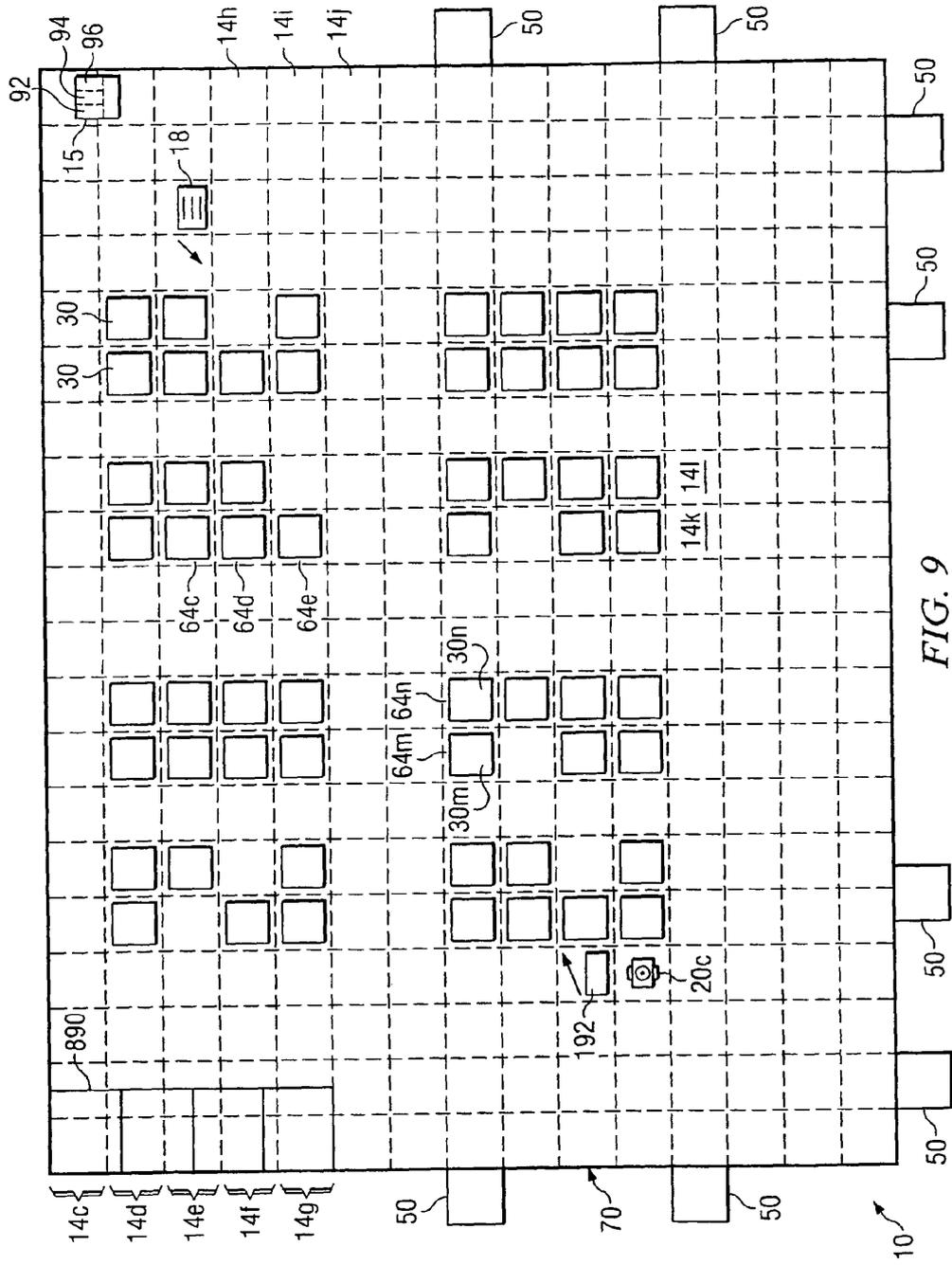


FIG. 9

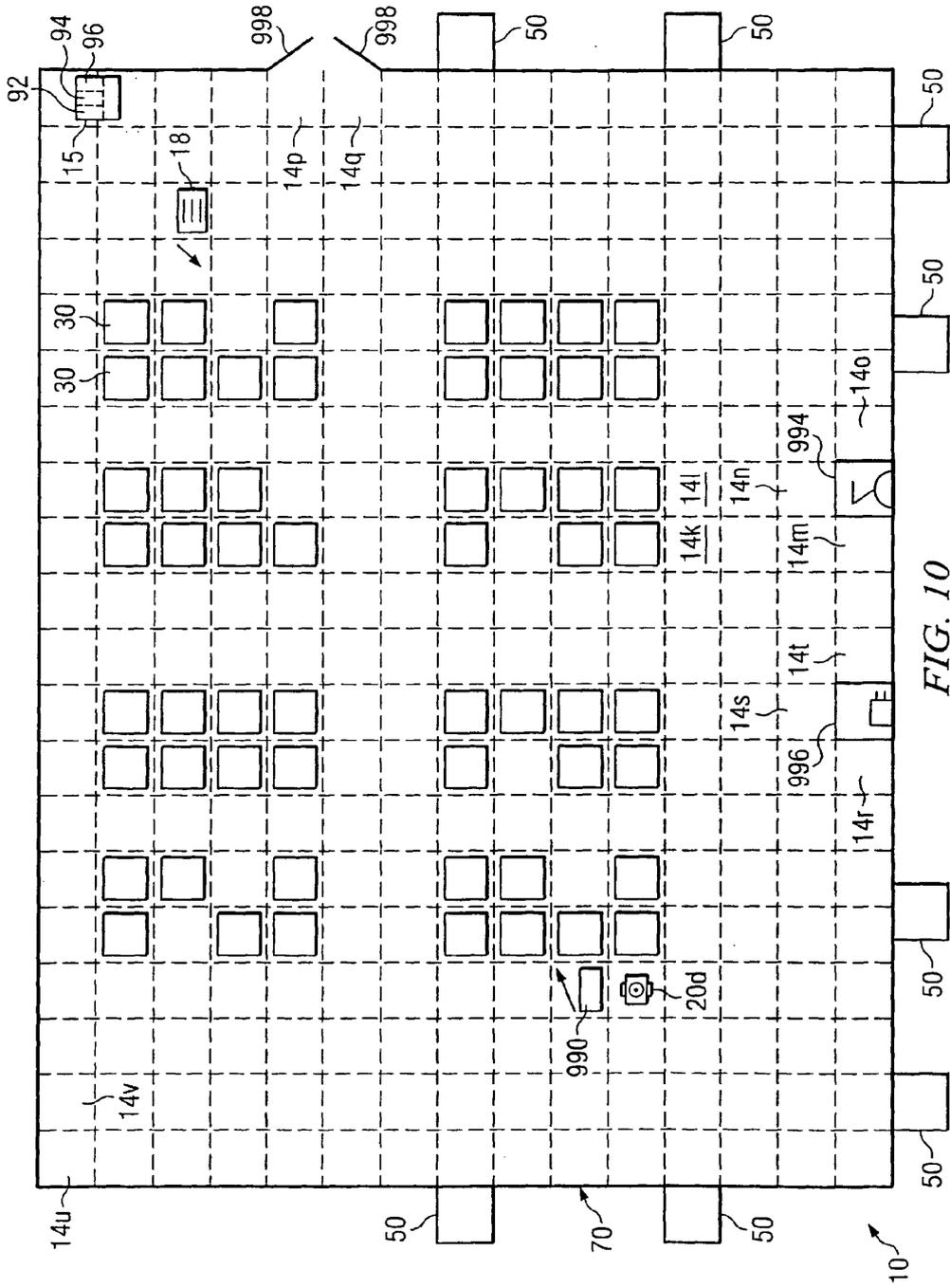


FIG. 10

FIG. 11

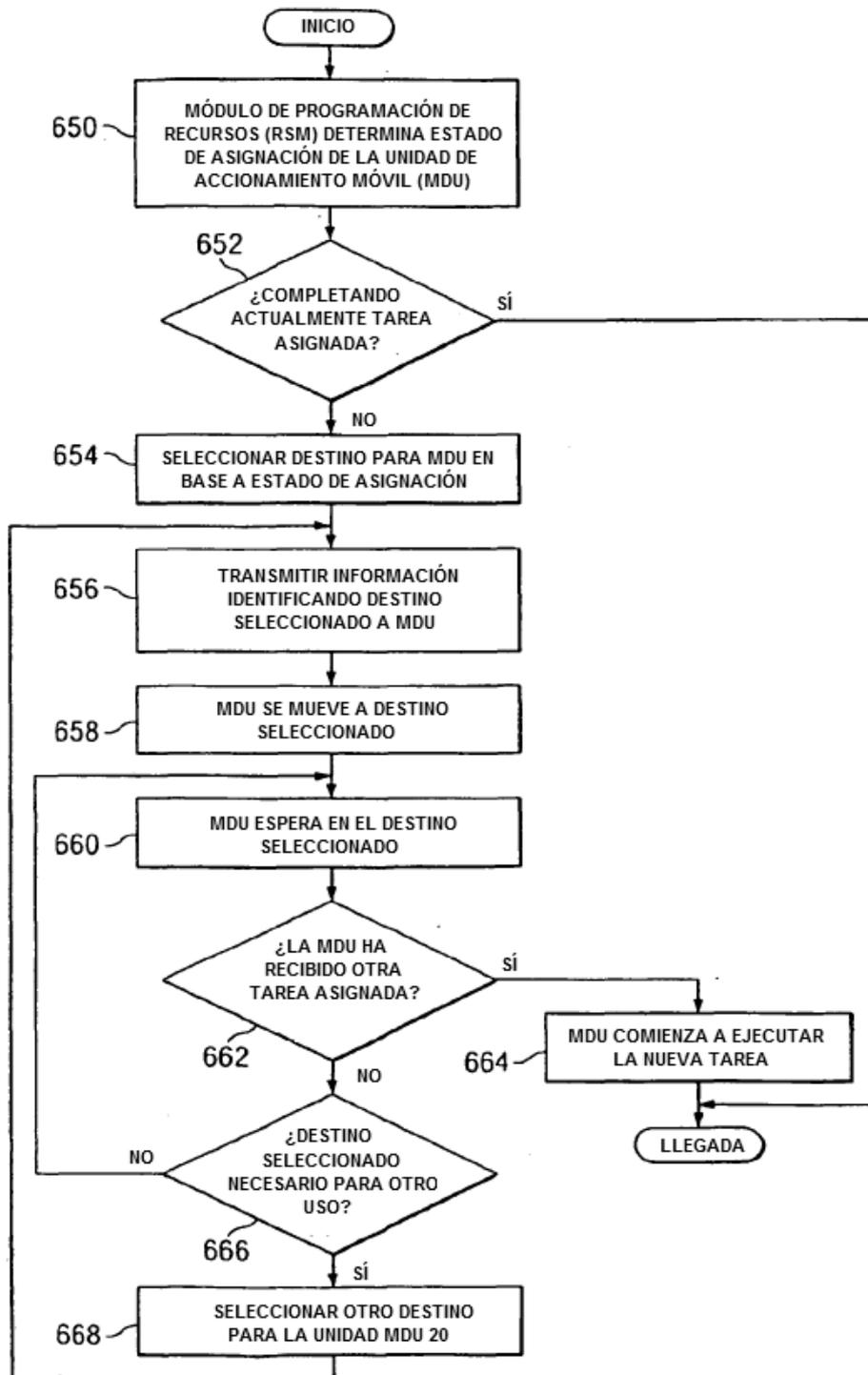


FIG. 12A

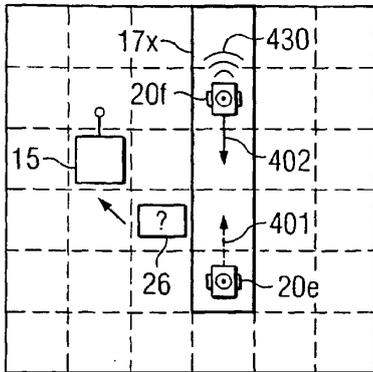


FIG. 12B

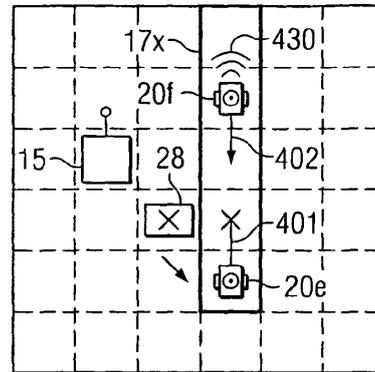


FIG. 12C

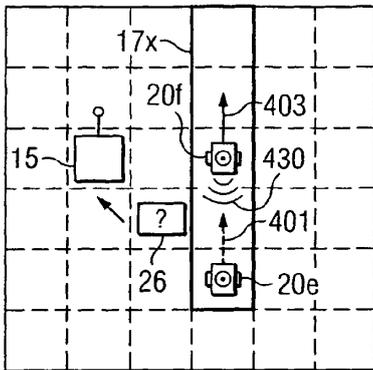


FIG. 12D

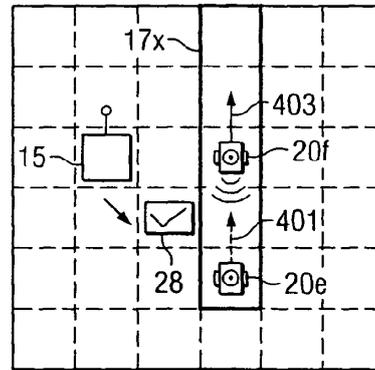


FIG. 12E

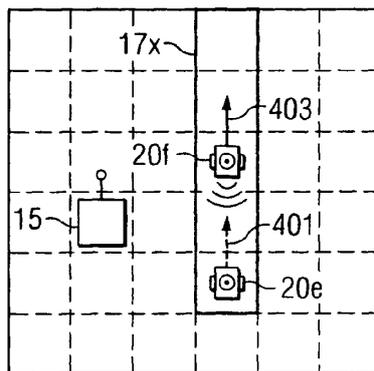
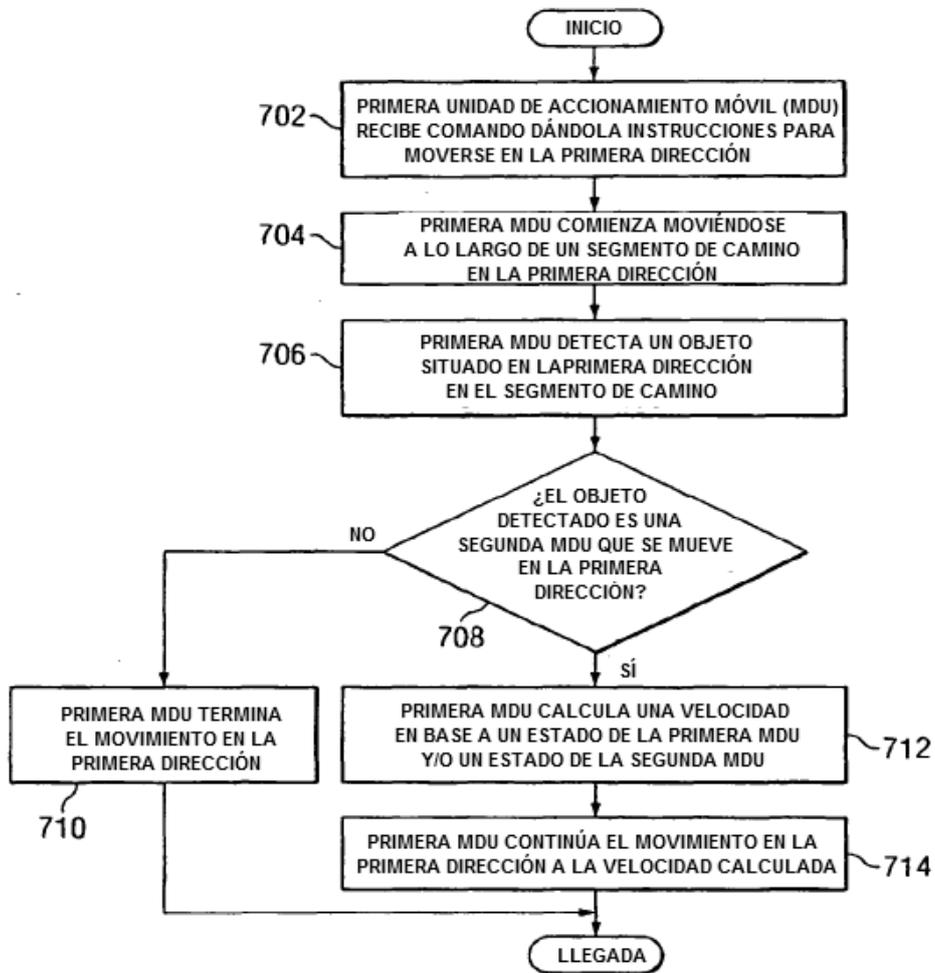


FIG. 14



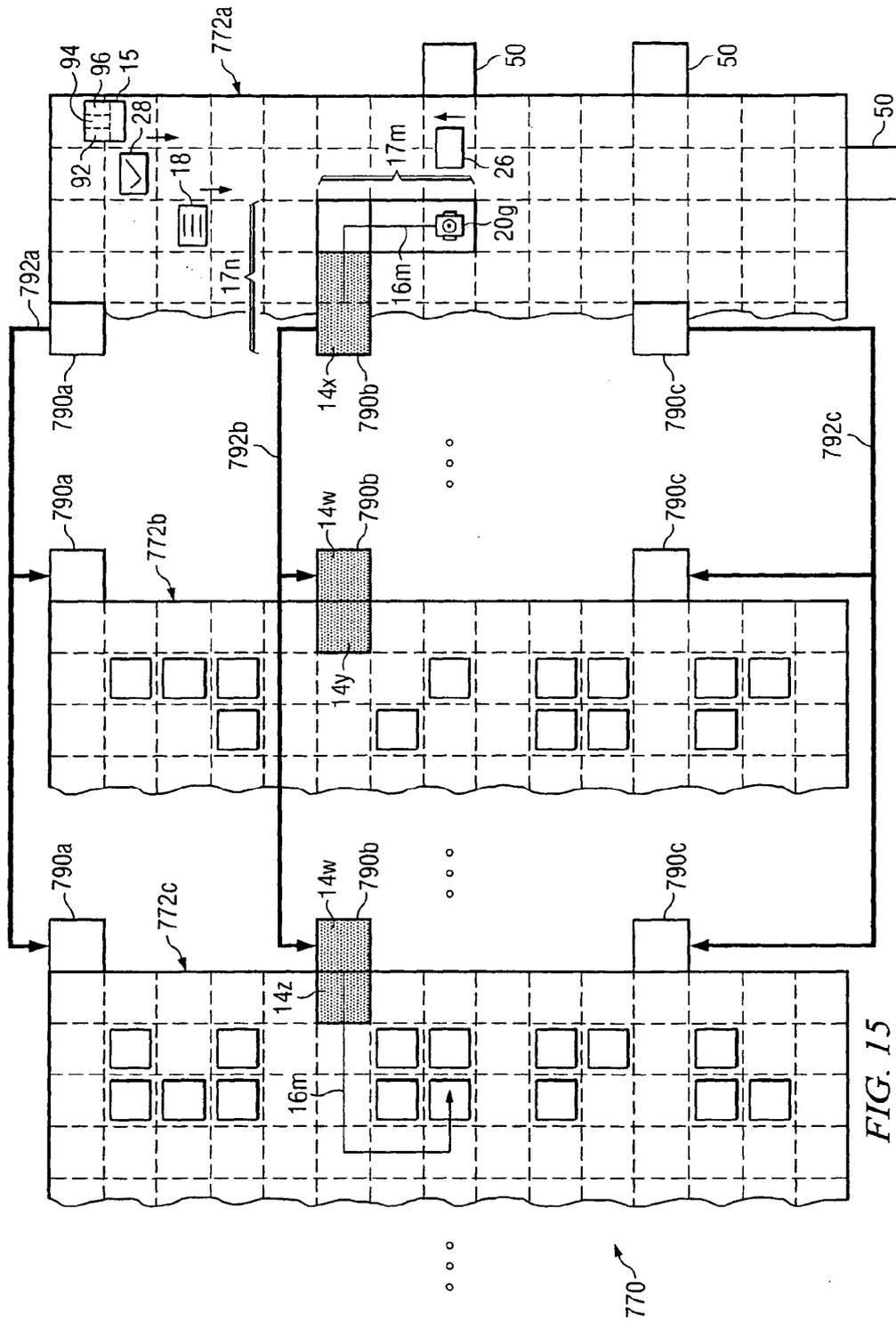


FIG. 15

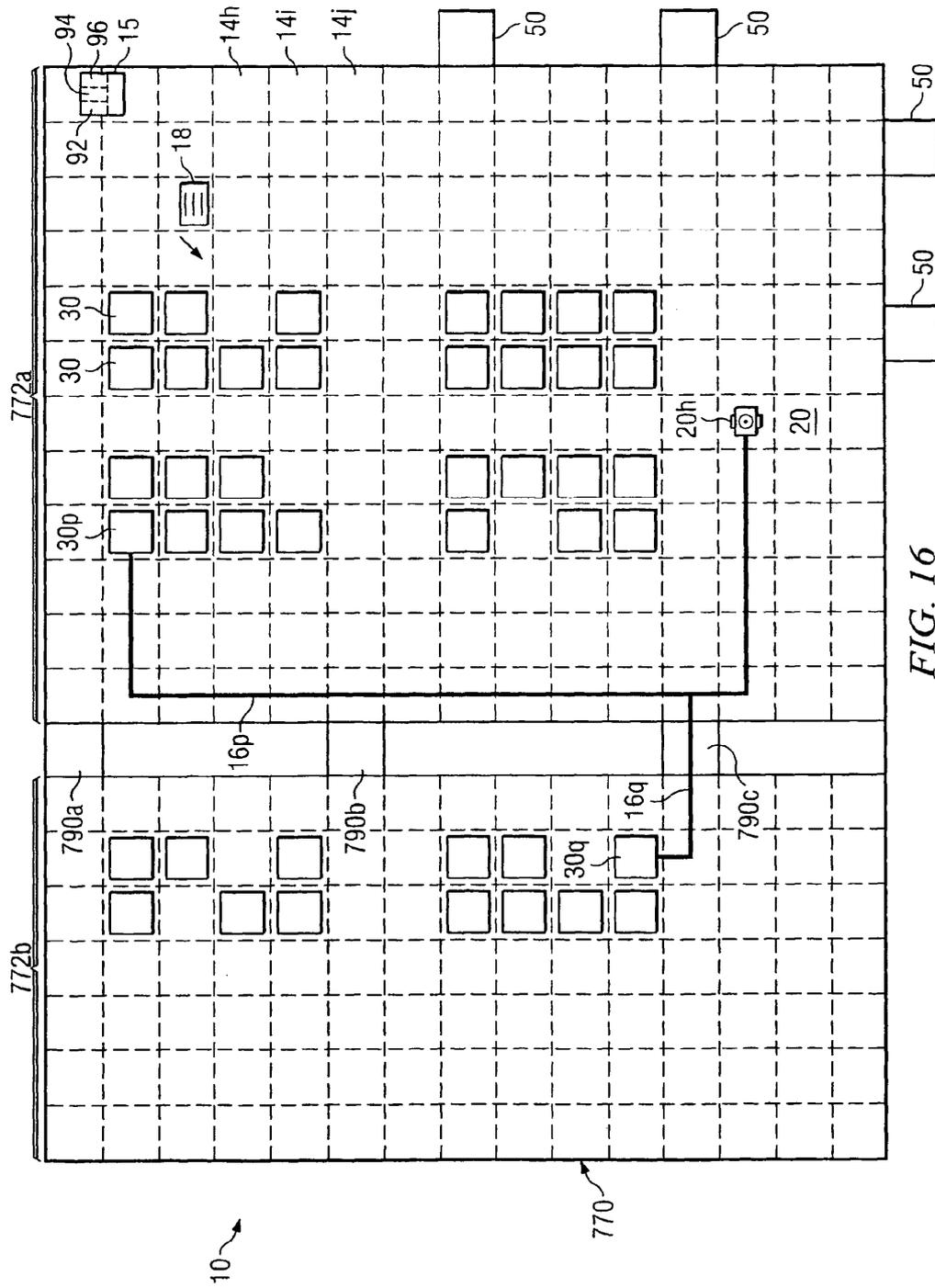
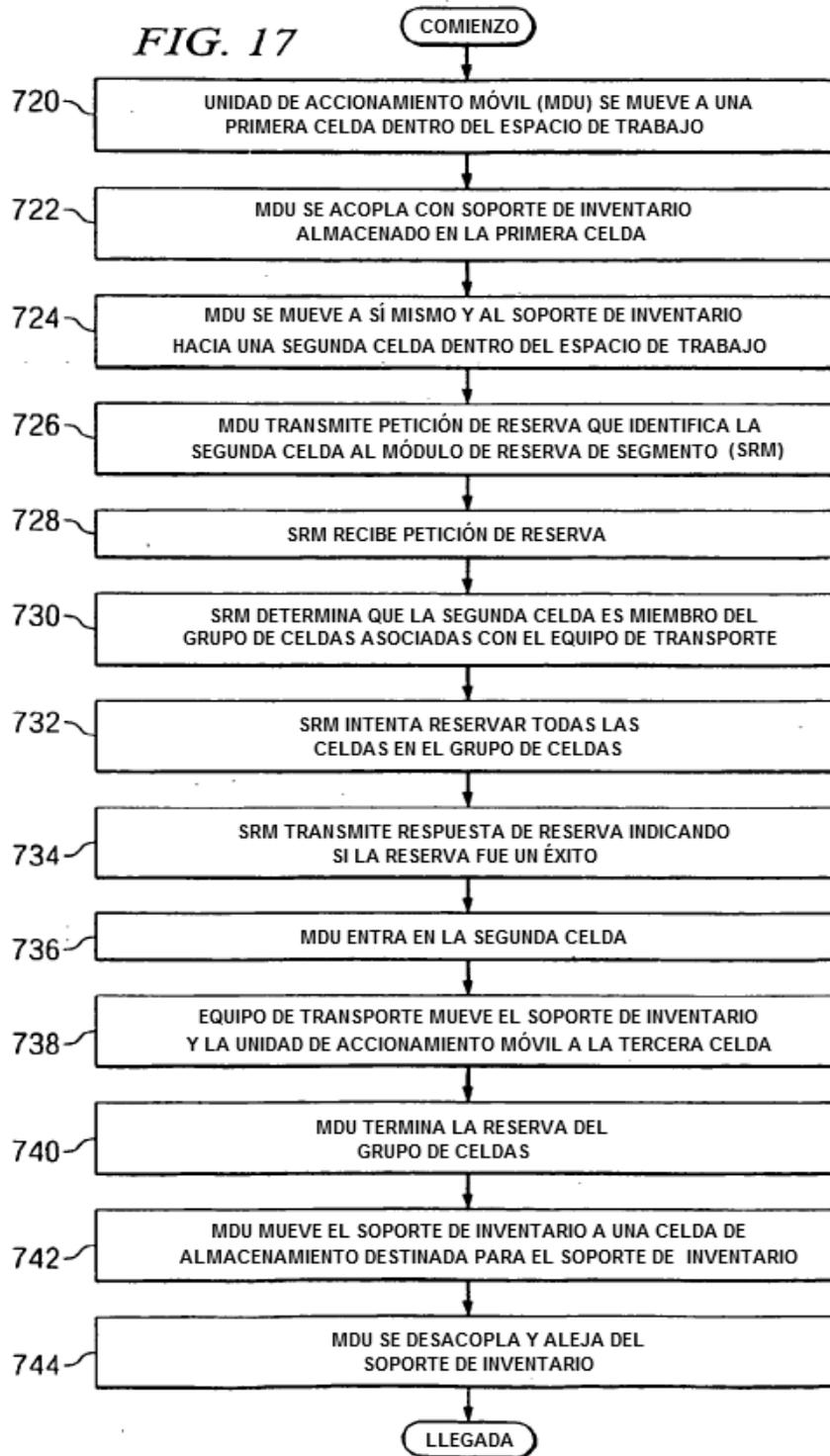


FIG. 16



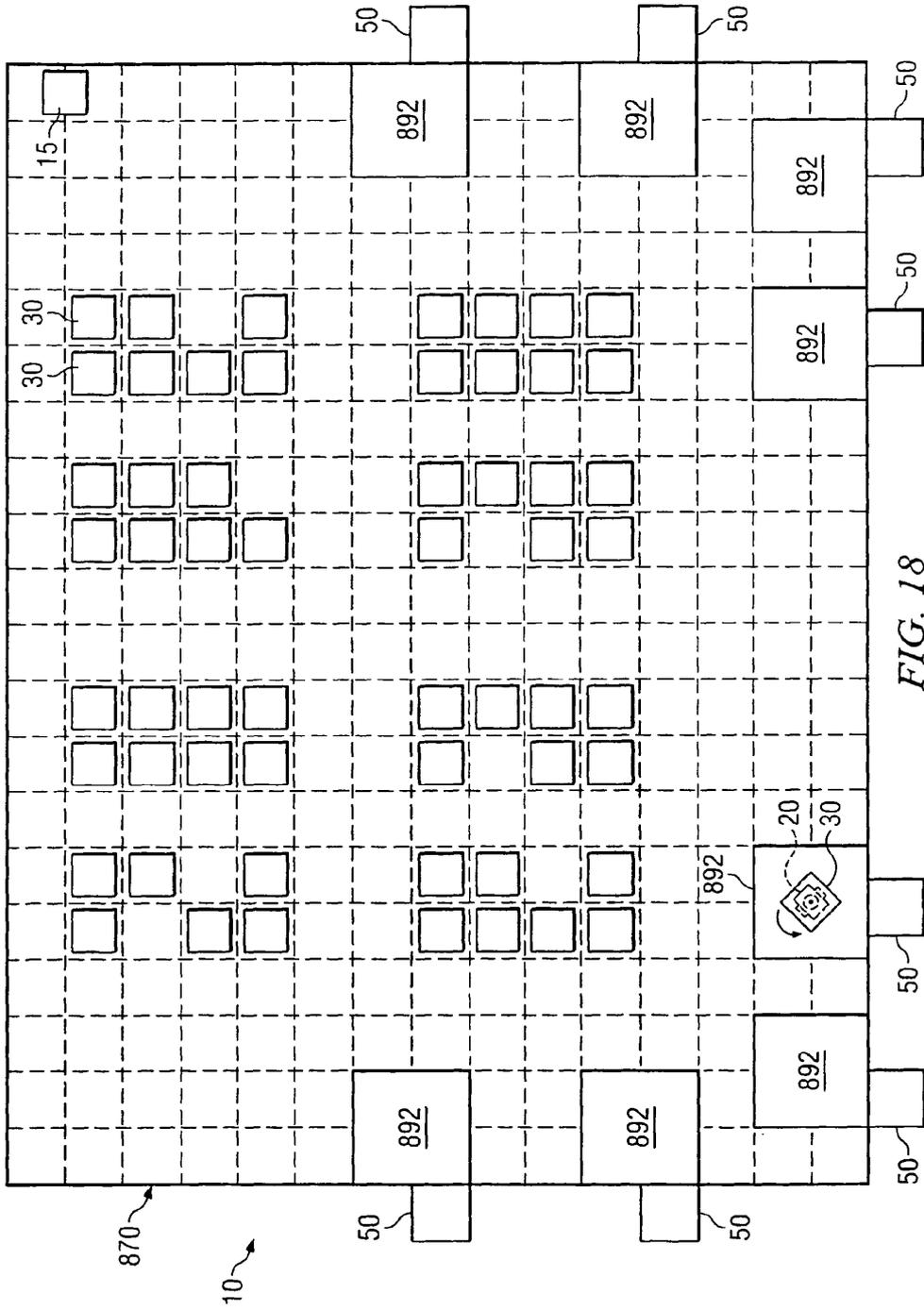


FIG. 18

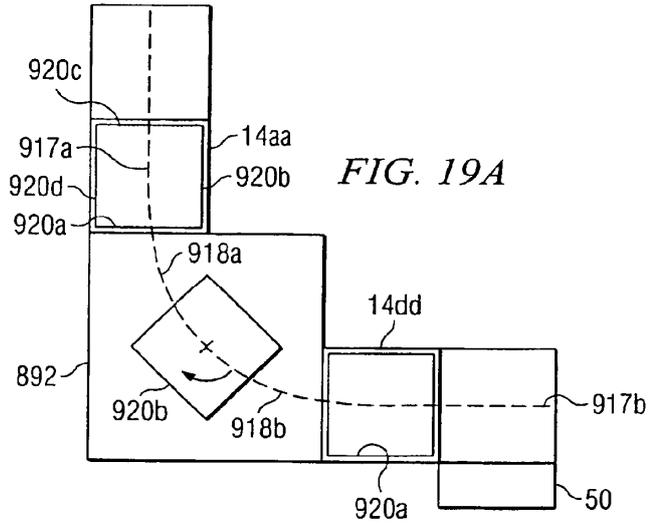


FIG. 19A

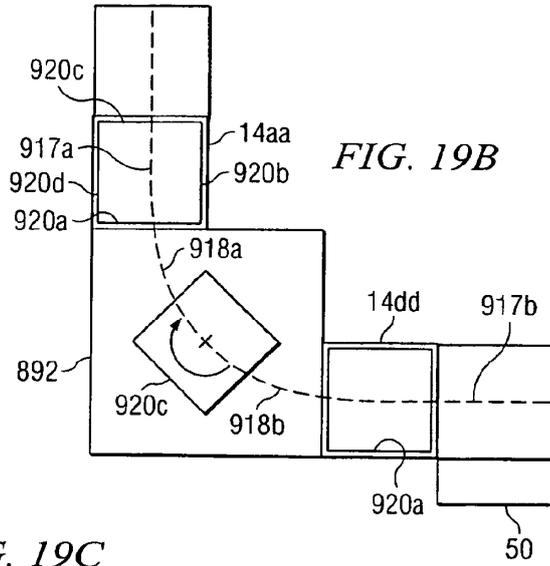


FIG. 19B

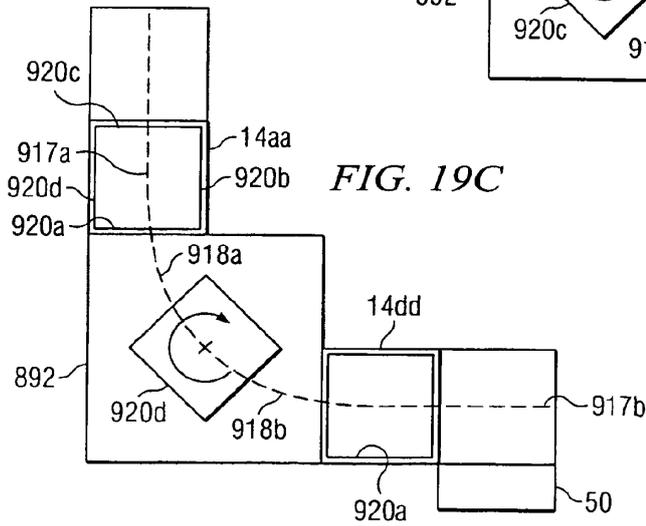


FIG. 19C

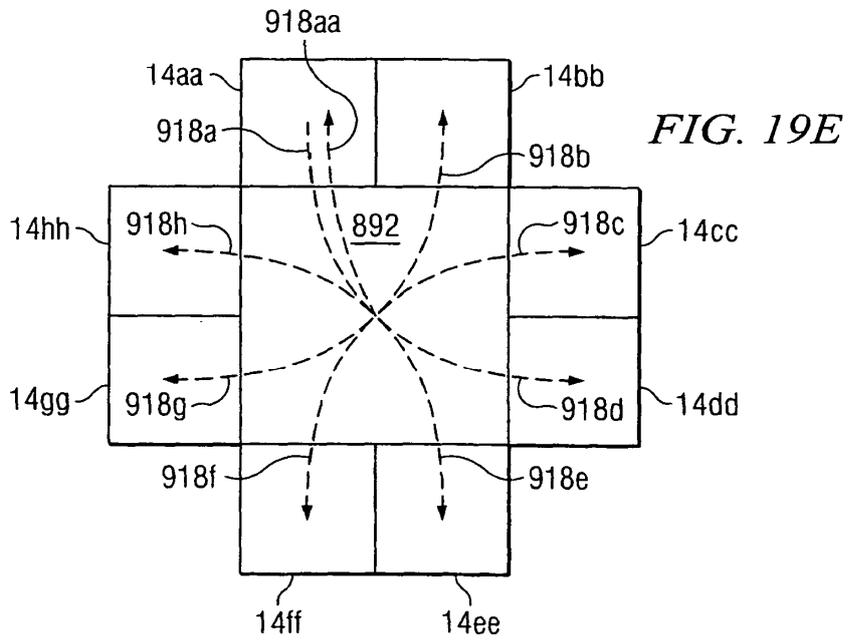
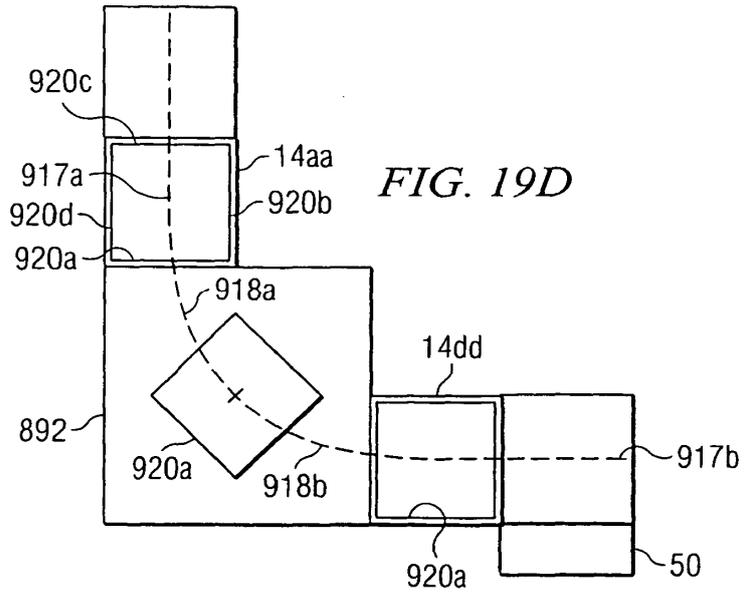


FIG. 20A

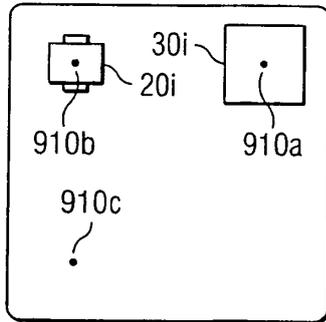


FIG. 20B

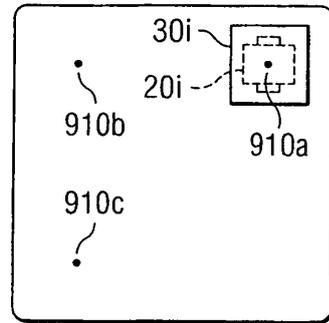


FIG. 20C

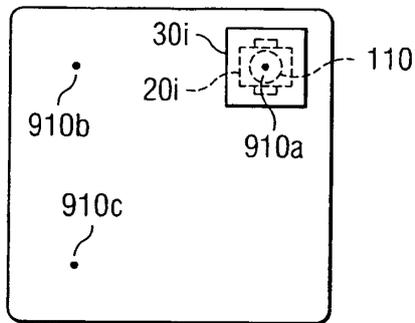


FIG. 20D

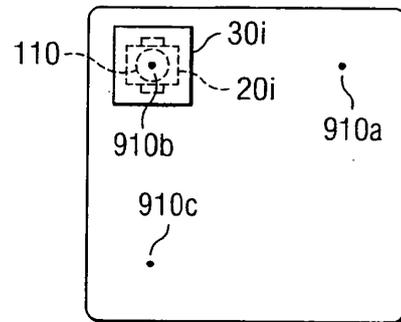


FIG. 20E

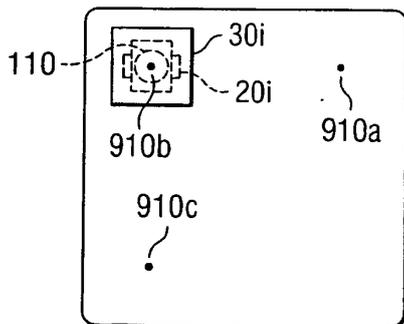


FIG. 20F

