

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 954 904**

51 Int. Cl.:

**G05B 19/418** (2006.01)  
**B65G 47/96** (2006.01)  
**B07C 3/00** (2006.01)  
**B07C 3/02** (2006.01)  
**B07C 3/14** (2006.01)  
**G06Q 10/08** (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.12.2016 E 20204823 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.06.2023 EP 3789837**

54 Título: **Sistemas y métodos para el procesamiento dinámico de objetos**

30 Prioridad:

**04.12.2015 US 201562263050 P**  
**09.12.2015 US 201562265181 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**27.11.2023**

73 Titular/es:

**BERKSHIRE GREY OPERATING COMPANY, INC.**  
**(100.0%)**  
**140 South Road**  
**Bedford, MA 01730, US**

72 Inventor/es:

**WAGNER, THOMAS;**  
**AHEARN, KEVIN;**  
**COHEN, BENJAMIN;**  
**DAWSON-HAGGERTY, MICHAEL;**  
**GEYER, CHRISTOPHER;**  
**KOLETSCHKA, THOMAS;**  
**MARONEY, KYLE;**  
**MASON, MATTHEW T;**  
**PRICE, GENE TEMPLE;**  
**ROMANO, JOSEPH;**  
**SMITH, DANIEL;**  
**SRINIVASA, SIDDHARTHA;**  
**VELAGAPUDI, PRASANNA y**  
**ALLEN, THOMAS**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 954 904 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**

Sistemas y métodos para el procesamiento dinámico de objetos

5 **PRIORIDAD**

La presente solicitud reivindica la prioridad de la solicitud de patente provisional de EE. UU. con n.º de serie 62/263.050 presentada el 4 de diciembre de 2015, así como la solicitud de patente provisional de EE. UU. con n.º de serie 62/265.181 presentada el 9 de diciembre de 2015.

10 **ANTECEDENTES**

La invención se refiere por lo general a la clasificación automatizada y otros sistemas de procesamiento, y se refiere en ciertas realizaciones a sistemas robóticos para clasificar objetos (por ejemplo, paquetes, embalajes, artículos, etc.).

15 Los sistemas de clasificación de centros de distribución actuales asumen por ejemplo, por lo general, una secuencia inflexible de operaciones mediante las que una corriente desorganizada de objetos de entrada se singulariza primero por trabajadores humanos en una corriente individual de objetos aislados presentados uno a la vez a un trabajador humano con un escáner que identifica el objeto. A continuación, los objetos se cargan en un transportador, y el transportador transporta los objetos al destino deseado, que puede ser un contenedor, una rampa, una bolsa o un transportador de destino.

20 En los sistemas de clasificación de paquetes típicos, los trabajadores humanos recuperan normalmente paquetes en un orden de llegada y clasifican cada paquete u objeto en un contenedor de recogida basándose en una heurística dada. Por ejemplo, todos los objetos del mismo tipo pueden ir a un contenedor de recogida, o todos los objetos en un solo pedido de cliente, o todos los objetos destinados al mismo destino de envío, etc. Se requieren trabajadores humanos para recibir objetos y para mover cada uno a su contenedor de recogida asignado. Si el número de diferentes tipos de objetos de entrada (recibidos) es grande, se requiere un gran número de contenedores de recogida.

25 Un sistema de este tipo tiene ineficiencias inherentes así como también inflexibilidades ya que el objetivo deseado es hacer coincidir los objetos entrantes con los contenedores de recogida asignados. Tales sistemas pueden requerir un gran número de contenedores de recogida (y, por lo tanto, una gran cantidad de espacio físico, grandes costes de capital y grandes costes operativos) en parte porque clasificar todos los objetos al unísono no siempre es lo más eficiente.

30 Los sistemas de clasificación de última generación actuales dependen de mano de obra humana. La mayoría de las soluciones se basan en un trabajador que realiza la clasificación, escaneando un objeto desde un área de inducción (rampa, mesa, etc.) y colocar el objeto en una ubicación de preparación o contenedor de recogida. Cuando un contenedor está lleno o el sistema de software de control decide que debe vaciarse, otro trabajador vacía el contenedor en una bolsa, caja u otro recipiente y envía ese recipiente a la siguiente etapa de procesamiento. Un sistema de este tipo tiene límites en el rendimiento (es decir, qué tan rápido pueden los trabajadores humanos clasificar o vaciar los contenedores de esta manera) y en el número de desvíos (es decir, para un tamaño de contenedor dado, solo se pueden disponer tantos contenedores para que estén a un alcance eficiente de los trabajadores humanos).

35 Faltan medios parcialmente automáticos para resolver este problema en áreas clave. Dichos enfoques involucran por lo general transportadores de recirculación de estilo de bandeja basculante o bahía de bombas. Estos transportadores tienen bandejas discretas que se pueden cargar con un objeto. Después, las bandejas y los objetos pasan a través de túneles de escaneo que escanean el objeto y lo asocian con la bandeja en la que se encuentra; cuando la bandeja pasa por el contenedor correcto, un mecanismo de activación hace que la bandeja vuelque el objeto en el contenedor. Un inconveniente de tales sistemas es que cada desvío requiere un accionador, lo que aumenta la complejidad mecánica y el coste por desvío puede ser muy elevado. Para aplicaciones que requieren cientos de desvíos, el gran coste de dicho sistema no logra un buen retorno de la inversión.

40 Una alternativa es utilizar mano de obra humana para aumentar el número de desvíos o contenedores de recogida disponibles en el sistema. Esto disminuye los costes de instalación del sistema, pero aumenta los costes operativos. Las celdas de clasificación manual cuentan con un equipo de trabajadores, lo que evita el gran coste por desvío. Después, múltiples celdas pueden trabajar en paralelo, multiplicando efectivamente el rendimiento de forma lineal y manteniendo al mínimo el número de costosos desvíos automáticos (igual al número de celdas de clasificación paralelas, no al número total de contenedores del sistema necesarios). Este enfoque implica que se suministren objetos para la clasificación que se suministran a cada celda, lo que se puede hacer manualmente pero se hace fácilmente por medio de un transportador con brazos de barrido u otros desvíos *simples* a cada celda de trabajo. Dichos desvíos no identifican un objeto y no pueden desviarlo a un punto en particular; sino que funcionan con roturas de haz u otros sensores simples para tratar de asegurar que grupos indiscriminados de objetos se desvíen a cada celda. El menor coste de los desvíos sencillos junto con el bajo número de desvíos mantiene bajo el coste total de desvíos del sistema.

Sin embargo, desafortunadamente, estos sistemas no abordan las limitaciones del número total de contenedores del sistema. El sistema simplemente está desviando una porción igual del total de objetos a cada celda manual paralela. Por lo tanto, cada celda de clasificación paralela debe tener todas las mismas designaciones de contenedores de recogida; de lo contrario, un objeto podría entregarse a una celda que no tiene un contenedor al que se asigna ese objeto. Sigue existiendo la necesidad de un sistema de clasificación de objetos más eficaz y rentable que clasifique los objetos en recipientes de recogida apropiados, pero que sea más eficaz en su funcionamiento.

El documento US 6.079.570 describe una disposición para distribuir artículos que se van a clasificar en ubicaciones de destino físicas. Los artículos a clasificar se entregan a un número de elementos de recepción que se mueven a lo largo de una ruta de transporte más allá de las ubicaciones de destino físicas. Los elementos de recepción se controlan de forma que las ubicaciones de destino físicas se asignan dinámicamente y en función de la secuencia operativa para las operaciones de clasificación a los objetivos de clasificación lógicos.

El documento US 2006/070929 describe un dispositivo de clasificación y un método para asignar contenedores de forma dinámica a objetos tales como piezas de correo. El dispositivo tiene al menos un dispositivo de lectura para leer la información de entrega de objetos y un sistema de transporte que transporta los objetos. Al menos un alimentador introduce los objetos en el sistema de transporte. Una pluralidad de ubicaciones de recipientes físicos son adyacentes al sistema de transporte para el almacenamiento del objeto inyectado desde el sistema de transporte. Un controlador o procesamiento asigna y reasigna dinámicamente ubicaciones de clasificación, según se requiera, a la pluralidad de ubicaciones de contenedores físicos durante una operación de clasificación para cada objeto de los objetos.

El documento US 6.390.756 describe un aparato para transferir y manipular automáticamente cartuchos que contienen artículos planos. El método y el aparato transfieren robóticamente los cartuchos llenos de los compartimentos de salida de una máquina de clasificación a un estante intermedio; y del estante intermedio a un puesto de acoplamiento de un descargador de cartuchos y alimentador automático a la entrada de la máquina de clasificación, y para transferir cartuchos vacíos del puesto de acoplamiento a los compartimentos intermedios o de salida del clasificador.

## SUMARIO

Según un primer aspecto, se proporciona un sistema de procesamiento de objetos según la reivindicación independiente 1 adjunta. Según un segundo aspecto, se proporciona un sistema de procesamiento de objetos según la reivindicación independiente 11 adjunta. Se proporcionan características opcionales adicionales en las reivindicaciones dependientes adjuntas

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La siguiente descripción puede entenderse mejor con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la Figura 1 muestra una vista esquemática ilustrativa de un sistema según una realización de la presente invención que incluye transportadores de entrada y salida;

la Figura 2 muestra una vista esquemática ilustrativa de un sistema según otra realización de la presente invención que incluye un transportador de entrada circulante;

la Figura 3 muestra una vista esquemática ilustrativa de un sistema según otra realización de la presente invención que incluye múltiples transportadores de entrada y múltiples transportadores de salida;

la Figura 4 muestra una vista esquemática ilustrativa de un sistema de percepción para su uso en conexión con el sistema de la Figura 3;

la Figura 5 muestra una vista esquemática ilustrativa de las relaciones de asignación de objetos en un sistema de clasificación convencional;

la Figura 6 muestra una vista esquemática ilustrativa de relaciones de asignación de objetos según ciertas realizaciones de la presente invención;

la Figura 7 muestra una vista esquemática ilustrativa de un sistema de asignación de objetos de la Figura 5;

las Figuras 8A - 8I muestran vistas esquemáticas ilustrativas de los pasos de asignación de objetos en el sistema según ciertas realizaciones de la presente invención;

la Figura 9 muestra un diagrama de flujo ilustrativo de un proceso según una realización de la presente invención;

la Figura 10 muestra una vista esquemática ilustrativa de un sistema de procesamiento de objetos según otra realización de la presente invención que incluye un gran número de puestos de clasificación así como una entrada automatizada a través de un transportador con tacos;

5 la Figura 11 muestra una vista esquemática ilustrativa de una parte de un sistema según una realización adicional de la presente invención que implica contenedores de entrada individuales;

10 la Figura 12 muestra una vista esquemática ilustrativa de una porción de un sistema según una realización adicional de la presente invención que implica recipientes de entrada proporcionados en un transportador de entrada;

la Figura 13 muestra una vista esquemática ilustrativa de una porción de un sistema según una realización adicional de la presente invención que implica carros de salida proporcionados en una pista de salida;

15 la Figura 14 muestra una vista esquemática ilustrativa de una porción de un sistema según otra realización de la presente invención que implica el embolsado de objetos en los puestos de clasificación;

20 la Figura 15 muestra un diagrama de flujo ilustrativo de un método general de proporcionar el procesamiento dinámico de objetos;

la Figura 16 muestra una vista esquemática ilustrativa de un sistema según otra realización de la presente invención que incluye puestos de clasificación de alas de lanzadera;

25 la Figura 17 muestra una vista isométrica frontal esquemática ilustrativa del sistema de percepción del sistema de la Figura 16;

la Figura 18 muestra una vista trasera esquemática ilustrativa del sistema de percepción del sistema de la Figura 16;

30 las Figuras 19A - 19C muestran vistas esquemáticas ilustrativas del movimiento del carro en un puesto de clasificación de alas de lanzadera de la Figura 16 sin las paredes de guía para mayor claridad;

la Figura 20 muestra una vista ampliada de un puesto de clasificación de alas de lanzadera de la Figura 16;

35 la Figura 21 muestra una vista esquemática ilustrativa de un sistema según otra realización de la presente invención que incluye cuatro puestos de clasificación de alas de lanzaderas; y

40 la Figura 22 muestra una vista esquemática ilustrativa de un sistema según otra realización de la presente invención que incluye ocho puestos de clasificación de alas de lanzaderas

Los dibujos se muestran únicamente con fines ilustrativos.

### DESCRIPCIÓN DETALLADA

45 Según varias realizaciones, la invención proporciona un sistema de clasificación de objetos inherentemente más flexible en el que los objetos pueden seleccionarse en el orden más ventajoso, y la clasificación de esos objetos puede aprovechar la correspondencia dinámicamente variable entre las salidas del clasificador y los destinos finales de los objetos.

50 Los solicitantes han descubierto que al automatizar la clasificación de objetos, hay ciertos objetivos a considerar: 1) el rendimiento general del sistema (paquetes clasificados por hora), 2) el número de desvíos (es decir, el número de ubicaciones discretas a las que se puede enrutar un objeto), 3) el área total del sistema de clasificación (pies cuadrados), y 4) los costes anuales para operar el sistema (horas-hombre, costes de electricidad, coste de componentes desechables).

55 Los sistemas y métodos de la presente invención se adaptan bien a las aplicaciones en los sistemas de clasificación actuales que reciben objetos en un flujo desorganizado y se requieren para clasificar los objetos en flujos ordenados. Dichos sistemas reconocen que leer información sobre un objeto a veces puede ser un desafío; una vez que se escanea un objeto, por lo tanto, es importante mantener la información asociada con el objeto. La adquisición de objetos de revoltijos desorganizados es también un desafío, y una vez que se adquiere un objeto, es importante mantenerlo separado de otros objetos. Además, los sistemas de transporte y desplazamiento convencionales tienen una flexibilidad limitada, normalmente siguiendo una vía única que pasa por todos los destinos posibles.

65 Según ciertas realizaciones, la invención proporciona sistemas y métodos que dan un vuelco a las suposiciones básicas de los sistemas de clasificación actuales, con mejoras en cada uno de los desafíos identificados anteriormente. Los sistemas, en algunas realizaciones, proporcionan sistemas mejorados de escaneo y percepción, y reducen el

desafío de escanear un objeto y, además, al percibir la forma y disposición del objeto completo, reducen o eliminan la necesidad de mantener el objeto separado de los demás. Los sistemas, en ciertas realizaciones, proporcionan efectores finales mejorados y el uso de manipuladores robóticos para mejorar la fiabilidad y la economía de adquirir objetos, incluso cuando están revueltos con otros objetos, reduciendo la necesidad de mantener la separación de los objetos. Los sistemas, en realizaciones adicionales, proporcionan sistemas mejorados de transporte y transportadores, y proporcionan manipuladores robóticos programables en particular, que permiten cambios dinámicos en los patrones de manejo de objetos, con eficiencias resultantes en el proceso de clasificación, menores requisitos de espacio, menor demanda de operaciones manuales y, en consecuencia, menores costes de capital y operativos para todo el sistema.

La Figura 1, por ejemplo, muestra un sistema 10 según una realización de la presente invención que incluye un primer puesto de clasificación 12 y un segundo puesto de clasificación 14, cada uno alimentada por un transportador de entrada común 16. Un transportador de salida 18 lleva los contenedores de salida 50 a los puestos de procesamiento aguas abajo. El primer puesto de clasificación 12 incluye un dispositivo de movimiento programable, por ejemplo, un sistema robótico, 20, así como contenedores de recogida 22, 24, 26 y 28. El segundo puesto de clasificación 14 incluye un dispositivo de movimiento programable, por ejemplo, un sistema robótico, 30, así como contenedores de recogida 32, 34, 36 y 38. El primer puesto de clasificación 12 puede incluir también una pila de contenedores de recogida adicionales 40 y el segundo puesto de clasificación puede incluir una pila de contenedores de recogida adicionales 42. Un controlador central 44 se comunica con los sistemas robóticos 20 y 30 para proporcionar información sobre la asignación de objetos a un contenedor, como se analiza con más detalle a continuación. Las unidades de percepción 46 y 47 (por ejemplo, cámaras o escáneres) se pueden emplear para proporcionar a los puestos de clasificación 12, 14 información de identificación (datos de indicios) con respecto a los objetos 48, 49 que se proporcionan en el transportador de entrada 16.

Durante su uso, cada puesto de clasificación 12, 14 puede seleccionar un objeto e identificar después el objeto seleccionado mediante un dispositivo de detección en el brazo articulado (por ejemplo, en un sistema como se muestra en la Figura 3 descrito a continuación), o puede primero identificar un objeto antes de la selección (por ejemplo, utilizando los escáneres 46, 47), y agarrar después el objeto identificado. Para cada objeto agarrado, el sistema colocará el objeto en un puesto de destino asignado si se ha asignado un puesto de destino al objeto. Para cada nuevo objeto agarrado, el sistema asigna un nuevo contenedor al objeto si hay un nuevo contenedor disponible. De lo contrario, el objeto se devuelve al transportador de entrada 16. Lo que es significativo es que el puesto de clasificación no tiene asignado previamente un gran conjunto de contenedores de recogida asignados a todos los objetos posibles que pueden aparecer en la trayectoria de entrada.

Además, el controlador central puede emplear una amplia variedad de heurísticas que pueden dar forma adicional al proceso de asignación dinámica de objetos a contenedores de recogida, como se explica con más detalle a continuación. Una vez que los contenedores se llenan o se completan de otro modo, los contenedores completos (por ejemplo, 50) se colocan en el transportador de destino 18 como se muestra, donde se enrutan después a uno o más puestos de procesamiento siguientes. El sistema 10 puede incluir cualquier número de puestos de clasificación, y el controlador central 44 puede gestionar la asignación de puestos de destino (por ejemplo, contenedores) para proporcionar una asignación eficiente de objetos a los puestos de destino. Si algún objeto no se puede clasificar en el momento en que llega al final del transportador de entrada 16, los objetos pueden caer en un contenedor de objetos no identificados 52 para que un trabajador humano pueda escanearlos y colocarlos o volver a colocarlos en la trayectoria de entrada en caso de que simplemente no se haya asignado un puesto de destino para el objeto.

Según otra realización, y con referencia a la Figura 2, un sistema 60 de la invención puede incluir un transportador de bucle de entrada 62 en el que se proporcionan objetos 64 que pasan por múltiples puestos de clasificación, así como un transportador de salida 64 en el que los contenedores llenos o de otro modo completos 66 pueden colocarse mediante un sistema robótico u otro sistema de movimiento programable en un puesto de clasificación. Similar al sistema 10 de la Figura 1, el sistema 60 puede incluir también un controlador central 68 que se comunica con los sistemas robóticos 70 y 80, así como unidades de percepción (por ejemplo, 63) para proporcionar información sobre la asignación de objetos a un contenedor como se describe con más detalle a continuación. El sistema robótico 70 proporciona objetos a los contenedores 72, 74, 76 y 78, y el sistema robótico 80 proporciona objetos a los contenedores 82, 84, 86 y 88. El sistema robótico 70 puede seleccionar nuevos contenedores de la pila de contenedores 90 y el sistema robótico 80 puede seleccionar nuevos contenedores de la pila de contenedores 92. Nuevamente, la asignación de contenedores a objetos está impulsada por los objetos seleccionados por los sistemas robóticos (como puede ser dirigido o basado en la entrada del sistema de control 68).

La invención proporciona, por lo tanto, ejemplos de clasificación y otros sistemas de distribución que implican mover objetos de alimentación directamente a un búfer, sin intervención humana. El búfer contiene los objetos, posiblemente en un revoltijo desorganizado, donde uno de varios clasificadores puede acceder a ellos. Un ejemplo involucraría un transportador circulante (como se muestra en la Figura 2), con percepción integrada. El sistema de percepción puede leer las etiquetas cuando están visibles, pero también puede usar algoritmos de visión artificial más generales para identificar la clase y la forma de los objetos, y para rastrear los objetos a medida que circulan. Los clasificadores adquieren objetos del búfer. Si es necesario, utilizan sus propios sistemas de percepción para leer etiquetas que no han leído previamente. Pueden mover objetos a cualquiera de varias salidas, incluida la posibilidad de volver a colocar un objeto en el búfer, ya sea para manipularlo más tarde o para que lo gestione un clasificador diferente.

Según una realización adicional que se muestra en la Figura 3, un sistema 100 de la invención puede incluir una pluralidad de transportadores de entrada 93, 94 en los que se proporcionan los objetos de entrada 134, 136 a clasificar. Los objetos clasificados pueden proporcionarse (por ejemplo, en contenedores completos 97, 102) en uno de una pluralidad de transportadores de salida 96, 98. Como se ha descrito anteriormente, el sistema puede incluir también un controlador central 104 que se comunica con las unidades de percepción 106 y 108, así como con los sistemas robóticos 110 y 120 para proporcionar información sobre la asignación de objetos a un contenedor, como se describe con más detalle a continuación. Con referencia adicional a la Figura 4, cada unidad de percepción puede incluir luces 105 y cámaras 107, y el sistema robótico (por ejemplo, 110, 120) puede usarse para sostener un objeto a la vez en la unidad de percepción asociada (106, 108) de modo que el sistema puede identificar el objeto retenido. Similar al sistema descrito anteriormente, el sistema robótico 110 proporciona objetos a los contenedores 112, 114, 116 y 118, y el sistema robótico 120 proporciona objetos a los contenedores 122, 124, 126 y 128. El sistema robótico 110 puede seleccionar nuevos contenedores de la pila de contenedores 130 y el sistema robótico 120 puede seleccionar nuevos contenedores de la pila de contenedores 132. Nuevamente, la asignación de objetos a los contenedores de recogida es impulsada por los objetos seleccionados por los sistemas robóticos (como puede ser dirigido o basado en la entrada del sistema de control 104). Según realizaciones adicionales, el búfer de entrada también puede incluir áreas de entrada designadas en los puestos de clasificación en las que los trabajadores humanos también pueden proporcionar objetos para clasificar. Los sistemas robóticos 110 y 120 de la Figura 3 pueden incluir unidades de percepción sobre los transportadores como se ha descrito anteriormente y/o unidades de percepción 111 y 121 montadas en mecanismos robóticos que facilitan la selección y el agarre de objetos de los transportadores de entrada 93 y 94.

También se puede usar un interruptor en ciertas realizaciones que correlacione las salidas del clasificador con los contenedores de recogida de una manera dinámica. Por ejemplo, un sistema puede involucrar la recogida de objetos para ser embolsados por un trabajador humano que luego los coloca en un transportador hacia un área de carga de camiones, pero con una etiqueta generada dinámicamente que indica el destino deseado.

En un sistema de clasificación, la relación entre los objetos y sus destinos previstos se conocen y pueden proporcionarse en un manifiesto. Por ejemplo, un objeto con una etiqueta dirigida a Boston, Massachusetts, se asociará con el destino de Boston, Massachusetts. Con referencia a la Figura 5, esta relación fija entre un objeto 140 y un destino 142 es una relación fija. En los sistemas de clasificación convencionales, a un recipiente intermedio 144 se le asigna una relación fija con el destino, y esta relación dicta la asignación del objeto 140 al recipiente intermedio 144. Esto se muestra en la Figura 7, donde cada destino 164, 166, 168, 170, 172 está asociado con un recipiente intermedio 154, 156, 158, 160, 162. A medida que se procesan los objetos 152, simplemente se enrutan a los recipientes intermedios apropiados según lo indica la relación fija.

Según las realizaciones de la presente invención, por otro lado, las relaciones entre los recipientes intermedios y los destinos no son fijas y cambian dinámicamente durante la clasificación. La Figura 6 muestra, por ejemplo, que mientras que la relación entre un objeto 146 y su destino 148 es fija, la asignación de un recipiente intermedio 150 (por ejemplo, un contenedor de recogida) se elige dinámicamente basándose en una variedad de heurísticas. Una vez asignada, permanece en su lugar hasta que se vacía la papelera de recogida. Como se muestra en la Figura 6, la asignación de un contenedor de recogida (recipiente intermedio 150) para un objeto 146 está determinada por el destino del objeto y la asignación del recipiente intermedio al destino, y la asignación del destino (entre el recipiente intermedio 150 y el destino 148) se reasigna dinámicamente durante el funcionamiento.

Con referencia a la Figura 8A, al comienzo de un proceso de clasificación, puede que no haya relaciones asignadas entre los recipientes intermedios 176, 178, 180, 182, 184 y los objetos 174, o entre los recipientes intermedios 176, 178, 180, 182, 184 y destinos 186, 188, 190, 192, 194. Como se muestra en la Figura 8B, cuando se detectan los indicios de un objeto, se asigna un recipiente intermedio 176 al objeto, y el destino del objeto 188 se asigna también al recipiente intermedio. Los objetos adicionales que se procesan y están también asociados con el destino 188 se proporcionan también en el recipiente intermedio 176. Con referencia a la Figura 8C, cuando se detectan indicios de un objeto diferente asociado con un destino 192 diferente, se asigna un nuevo recipiente intermedio 178 al objeto, y el destino 192 del objeto se asigna también al recipiente intermedio. Como se ha señalado anteriormente, cuando se selecciona un objeto que está asociado con un destino, por ejemplo, 188, que ya tiene un recipiente intermedio 176 asociado, el objeto puede colocarse en el mismo recipiente intermedio 176. Sin embargo, según ciertas realizaciones de la invención, y con referencia a la Figura 8E, el sistema puede optar por asignar un nuevo recipiente intermedio 180 al destino 188, por ejemplo, si se sabe que es probable que muchos de los objetos estén asociados con el destino 188. Con referencia a la Figura 8F, cuando se detectan indicios de otro objeto que está asociado con otro destino 186, se asigna un nuevo recipiente intermedio 184 al objeto, y el destino del objeto 186 se asigna al recipiente intermedio 184.

Cuando un recipiente intermedio se llena o se determina que está listo para su posterior procesamiento (por ejemplo, si el sistema determina que es poco probable que vea otro objeto asociado con el destino), el recipiente intermedio se vacía y el contenido se envía para su posterior procesamiento. Por ejemplo, y con referencia a la Figura 8F, cuando el sistema determina que el recipiente intermedio 176 está lleno, el contenido se vacía y el recipiente intermedio 176 se vuelve a desasignar a un destino como se muestra en la Figura 8H. El recipiente intermedio 176 puede reutilizarse y asociarse después con un nuevo destino 190 como se muestra en la Figura 8I.

Como se muestra en la Figura 9, puede comenzar un proceso de clasificación de la invención en un puesto de clasificación (etapa 200) y el brazo articulado, u otro dispositivo de recepción de objetos, recibe un nuevo objeto (etapa 202). El sistema identifica el nuevo objeto (etapa 204) mediante un escáner superior, un sistema de escáner o un escáner de caída como se describe en el presente documento, etc. El sistema determina después si alguna ubicación en el puesto ya ha sido asignada al nuevo objeto (etapa 206). Si es así, el sistema coloca el objeto en esa ubicación (etapa 218). Si no es así, el sistema determina después si hay disponible una próxima ubicación (etapa 208). Si no, el sistema puede (ya sea con o sin la entrada de un ser humano) determinar si se vuelve a intentar identificar el objeto (etapa 210). Si es así, entonces el sistema devolvería el objeto al flujo de entrada (etapa 212) para ser recibido nuevamente en un momento posterior (etapa 202). Si no, el sistema colocaría el objeto en un área de clasificación manual para que lo clasifique un ser humano (etapa 214). Si hay disponible una ubicación siguiente (etapa 208), el sistema asigna una ubicación siguiente al objeto (etapa 216), y el objeto se coloca después en esa ubicación (etapa 218). Si ya se había asignado una ubicación al objeto (etapa 206), el sistema coloca el objeto en esa ubicación (etapa 218). A continuación, se actualiza el número de objetos en la ubicación (etapa 220), y si la ubicación está llena (etapa 222), el sistema identifica que la ubicación está lista para procesamiento adicional (etapa 226). Si no es así, el sistema determina si (basándose en el conocimiento previo y/o la heurística), si es probable que la ubicación reciba un objeto adicional (etapa 224). Si es así, el sistema identifica que la ubicación está lista para el procesamiento adicional (etapa 226). Si no, el sistema vuelve a recibir un nuevo objeto (etapa 202). El procesamiento adicional puede, por ejemplo, incluir la recogida de los artículos en el lugar en una sola bolsa para el transporte a una ubicación de envío.

Según otra realización de la presente invención, y con referencia a la Figura 10, un sistema 230 incluye múltiples puestos de clasificación 240, cada uno de los que incluye un sistema de robot 242, una unidad de percepción 244, una pluralidad de ubicaciones de destino (por ejemplo, contenedores) 246, y una pila de contenedores adicionales 248 que pueden usarse como contenedores 246 se mueven o se identifican como listos para el procesamiento adicional. En particular, los objetos de entrada 236 se proporcionan en una tolva de entrada 232, y un transportador con tacos 234 sube los objetos 236 a un transportador de entrada 238. Una vez en el transportador 238, cada uno de los sistemas de robot 242 selecciona ciertos objetos del transportador, nuevamente utilizando cualquiera de las unidades de percepción sobre el transportador de entrada (como las unidades de percepción 46, 47 y 63 de las Figuras 1 y 2), o las unidades de percepción 111 y 121 de la Figura 3 que van montados en los propios robots, lo que facilita la selección y agarre de los objetos. Una vez que los contenedores están llenos o se considera que están completos, los contenedores 250 se cargan en un transportador de salida 252 para su posterior procesamiento, donde el sistema conoce la identidad de cada contenedor 252, así como su contenido asignado por el procesador central 256.

Según realizaciones adicionales, la entrada a cada puesto de clasificación 12 se puede proporcionar en una tolva móvil 260 que un trabajador humano puede colocar cerca del sistema robótico 20 como se muestra en la Figura 11. El sistema de clasificación 12 de la Figura 11 puede usar un sistema de percepción 262 para identificar objetos (así como cualquiera de las unidades de percepción 46, 47, 63, 111, 121 descritas anteriormente), puede llenar los contenedores 22, 24, 26, 28 con objetos, y puede proporcionar recipientes 264 llenos o de otro modo completos en el transportador de salida 266. Según una realización adicional, la entrada a cada puesto de clasificación 12 se puede proporcionar en una tolva 268 que es una de una pluralidad de tolvas 268, 270 que se proporcionan en un transportador de entrada 272 cerca del sistema robótico 20 como se muestra en la Figura 8. El sistema de clasificación 12 de la Figura 12 puede usar un sistema de percepción 274 para identificar objetos (así como cualquiera de las unidades de percepción 46, 47, 63, 111, 121 descritas anteriormente), puede llenar los contenedores 22, 24, 26, 28 con objetos, y puede proporcionar recipientes 276 llenos o de otro modo completos en el transportador de salida 278.

Según una realización adicional, la entrada a cada puesto de clasificación 12 puede ser proporcionada por un transportador de entrada como se ha descrito anteriormente con referencia a la Figura 1, que se proporciona en un transportador de entrada 280 cerca del sistema robótico 20 como se muestra en la Figura 13. El sistema de clasificación 12 de la Figura 13 puede usar un sistema de percepción 282 para identificar objetos (así como cualquiera de las unidades de percepción 46, 47, 63, 111, 121 descritas anteriormente), puede llenar los contenedores 22, 24, 26, 28 con objetos, y puede proporcionar recipientes 284 llenos o de otro modo completos en un carro de salida 284 que está montado sobre una pista de salida 286. Según una realización adicional, la entrada a cada puesto de clasificación 12 puede ser proporcionada por un transportador de entrada como se ha descrito anteriormente con referencia a la Figura 1, que se proporciona en un transportador de entrada 288 cerca del sistema robótico 20 como se muestra en la Figura 14. El sistema de clasificación 12 de la Figura 14 puede usar un sistema de percepción 290 para identificar objetos (así como cualquiera de las unidades de percepción 46, 47, 63, 111, 121 descritas anteriormente), puede llenar los contenedores 22, 24, 26, 28 con objetos, y puede proporcionar recipientes 292 llenos o de otro modo completos a un puesto de embolsado para que los trabajadores humanos los embolsan para proporcionar conjuntos de objetos clasificados en bolsas 292 para su posterior procesamiento por parte de trabajadores humanos.

Un proceso del sistema de control general se muestra, por ejemplo, en la Figura 15. El sistema de control general puede comenzar (etapa 300) permitiendo que se asigne un nuevo contenedor de recogida en cada puesto a un grupo de objetos basándose en los parámetros generales del sistema (etapa 302) como se explica con más detalle a continuación. A continuación, el sistema identifica los contenedores asignados correlacionados con los objetos en cada puesto (etapa 304) y actualiza el número de objetos en cada contenedor en cada puesto (etapa 306). A

continuación, el sistema determina que cuando un contenedor está lleno o el sistema espera que sea poco probable que el puesto de clasificación asociado vea otro objeto asociado con el contenedor, el sistema robótico del puesto de clasificación asociado colocará el contenedor completo en un transportador de salida o enviará una señal a un trabajador humano para que venga y vacíe el contenedor (etapa 308), y volverá después a la etapa 302.

Los sistemas de varias realizaciones proporcionan numerosas ventajas debido a la flexibilidad dinámica inherente. La correspondencia flexible entre las salidas del clasificador y los destinos permite que haya menos salidas del clasificador que destinos, por lo que todo el sistema puede requerir menos espacio. La correspondencia flexible entre las salidas del clasificador y los destinos también proporciona que el sistema pueda elegir el orden más eficiente para manipular los objetos, de una manera que varía con la combinación particular de objetos y la demanda aguas abajo. El sistema es también fácilmente escalable, al agregar clasificadores, y es más robusto, ya que la falla de un solo clasificador puede manejarse dinámicamente sin siquiera detener el sistema. Debe ser posible que los clasificadores ejerzan discreción en el orden de los objetos, favoreciendo los objetos que necesitan ser manipulados rápidamente, o favoreciendo los objetos para los cuales el clasificador dado puede tener una pinza especializada.

Según ciertas realizaciones, el sistema proporciona, por lo tanto, un sistema de clasificación que emplea un búfer en la etapa de alimentación que permite la inducción escalable y flexible de objetos en el sistema. El búfer puede incluir un solo transportador, un transportador circulante o múltiples transportadores, posiblemente para separar los objetos desorganizados de los objetos organizados. En realizaciones adicionales, la invención proporciona un sistema de clasificación que emplea una pluralidad de clasificadores conectados de forma flexible tanto a procesos aguas arriba como aguas abajo. El sistema puede emplear también una etapa de destino flexible, que incluye un proceso para cambiar dinámicamente la correspondencia de las salidas del clasificador y los destinos del sistema mediante un cambio basado en la heurística del proceso de clasificación. El sistema puede asignar dinámicamente las salidas del clasificador a los destinos del sistema basándose en las tendencias y estadísticas históricas de uso a largo plazo, o los elementos ya procesados, o el contenido actual de otras salidas del clasificador asignadas dinámicamente, o el tiempo promedio, mínimo o máximo de clasificación asociado con cada salida del clasificador, o características físicas de los ítems clasificados, o información *a priori*, o entregas futuras conocidas, o ubicación dentro de una instalación, incluida la ubicación física en relación con otras salidas asignadas del clasificador (por ejemplo, arriba, a un lado, en o cerca), o envíos entrantes, así como saber qué artículos están actualmente aguas arriba del proceso de clasificación y combinaciones de los anteriores. Además, los sistemas de las realizaciones de la invención proporcionan que la información relativa a la correspondencia entre las salidas del clasificador y los destinos del sistema se puede proporcionar a un sistema automático para la clasificación.

Al hacer uso de la heurística, la asignación de las salidas del clasificador a los destinos del sistema se puede mejorar sustancialmente con respecto a la asignación fija tradicional. Los destinos se pueden asignar sobre la marcha, lo que reduce el espacio desperdiciado por las salidas del clasificador no utilizadas y disminuye el tiempo que lleva procesar los objetos entrantes. Las tendencias históricas a largo plazo se pueden utilizar para asignar salidas del clasificador cuando el siguiente grupo de objetos entrantes es parcial o totalmente desconocido. Los patrones de uso históricos brindan información sobre cuándo se espera que lleguen los objetos con destino a ciertos destinos, el número de objetos con destino a cada destino esperado para un momento dado y las propiedades físicas probables de estos objetos entrantes.

Además de las tendencias relacionadas con los objetos entrantes, las tendencias históricas brindan información sobre la velocidad a la que los objetos se pueden clasificar en salidas y la velocidad a la que las salidas se transfieren a los destinos del sistema. Estos factores permiten que las salidas del clasificador se asignen de manera probabilística hasta que se logre una comprensión determinista de los objetos entrantes.

Además de las tendencias históricas, se utiliza la comprensión del estado actual del sistema para garantizar que haya una cantidad adecuada de espacio asignado para los objetos que se espera que lleguen. Cuando se combina con el conocimiento de los objetos que ya han sido ordenados, la correspondencia de las salidas del clasificador con los destinos del sistema generalmente se puede asignar de manera determinista. El conocimiento de los objetos ya procesados y el contenido de las salidas del clasificador actual permite que el sistema reasigne opcionalmente las salidas del clasificador una vez que se hayan vaciado de su contenido. En el caso de que no haya suficientes salidas del clasificador, este conocimiento también permite que el sistema especifique qué salidas del clasificador *debería* vaciarse de manera que puedan reasignarse rápidamente a nuevos destinos del sistema.

Otra consideración al asignar dinámicamente las salidas del clasificador es tener en cuenta las características físicas de los paquetes y la instalación. Si se espera que un determinado destino reciba objetos más grandes y difíciles de manejar, se puede asignar una salida del clasificador del tamaño adecuado. Si un destino de sistema en particular requerirá más de una sola salida del clasificador, entonces se pueden asignar dos salidas adyacentes con el mismo destino para facilitar la intervención humana.

También se presenta un método para mostrar la salida del clasificador: información de correspondencia de destino del sistema junto a los destinos. Esto permite que los trabajadores humanos que interactúan con el sistema comprendan cómo y cuándo vaciar correctamente los destinos. Además, es fundamental para la clasificación autónoma la

capacidad de enviar estas asignaciones de destino a un sistema de clasificación sin intervención humana. Esto permite la construcción de un software de sistema de clasificación completamente optimizado.

5 Según realizaciones adicionales, los sistemas de la invención pueden emplear carros que se mueven de un lado a otro a lo largo de las direcciones de los carros. Dichos sistemas pueden depender de una etapa de *clasificación previa*, donde un objeto se clasifica primero en la celda de clasificación correcta y, una vez allí, se clasifica en el contenedor de recogida adecuado. De esta manera, diferentes celdas pueden tener diferentes asignaciones de contenedores de recogida, lo que permite que el número total de contenedores del sistema se multiplique por el número de celdas paralelas en funcionamiento. Sin embargo, tales etapas de clasificación previa deben ser sistemas automáticos complicados y costosos, o deben depender de aún más trabajo humano; de cualquier manera agregan un coste que eleva el coste total por desvío del sistema a niveles inaceptablemente altos.

10 Por lo tanto, según una realización adicional, la invención proporciona un nuevo enfoque a la clasificación de objetos que produce un número grande (y muy flexible) de contenedores de recogida totales, costes de desvío muy bajos por contenedor, rendimiento tan alto como el de un sistema manual y una necesidad mucho menor de trabajo manual para funcionar.

15 La Figura 16, por ejemplo, muestra un sistema 310 que incluye un brazo articulado 312 con un efector final 314, un área de entrada 316 en la que se presentan los objetos para su clasificación, una cámara primaria 318 para identificar objetos a clasificar y un transportador 320 de recepción para recibir objetos a clasificar de cualquiera de un trabajador humano, otro transportador o una bandeja de entrada. El sistema incluye también una rampa 322 de salida no clasificable que conduce a un contenedor 324 de salida no clasificable para proporcionar objetos que el sistema no pudo identificar o no pudo clasificar por cualquier otra razón (por ejemplo, no pudo agarrar o recoger).

20 Además de la cámara primaria 318, el sistema incluye también una unidad de cámara abatible 326, que incluye una parte superior abierta (340 como se muestra en las Figuras 17 y 18) y una parte inferior abierta (358 como se muestra en las Figuras 13 y 14) de la estructura 338, y una pluralidad de cámaras (344 como se muestra en las Figuras 17 y 18) colocadas dentro de la unidad 326 que apuntan a las regiones central superior, media e inferior del interior de la unidad 326. En particular, y como se muestra además en las Figuras 17 y 18, la pluralidad de cámaras 344 toman imágenes de un objeto cuando el efector final lo deja caer a través de la unidad 326. La unidad 326 incluye también una pluralidad de conjuntos de luces 342 que pueden iluminarse cuando se activan algunas de las cámaras, y la unidad 326 puede incluir también uno o más sensores (por ejemplo, sensores láser) en la parte superior de la unidad 216 que detectan cuando se deja caer un objeto en la unidad 216 (así como sensores opcionales para detectar cuándo el objeto ha salido de la unidad). La pluralidad de cámaras 344 está diseñada para recopilar una pluralidad de imágenes de cada objeto desde múltiples vistas para ayudar a identificar o confirmar la identidad del objeto que se ha dejado caer. El hardware de montaje que incluye los anillos 352 en los soportes 354 puede facilitar también el posicionamiento de la unidad 326 en el entorno robótico.

25 Con referencia nuevamente a la Figura 16, un objeto que se deja caer a través de la unidad de percepción 326 cae después en un primer carro 328 que se proporciona en una pista 330 en la que el carro 328 puede moverse alternativamente automáticamente entre una primera etapa de clasificación 332 y una segunda etapa de clasificación. 334 a ambos lados del área en la que se dejó caer el objeto. En cada una de la primera etapa de clasificación 232 y la segunda etapa de clasificación 324, el contenido del carro 328 se puede dejar caer en otro carro 338 de cualquiera de las dos secciones 336 del clasificador de alas de lanzadera. En cada una de las secciones 336 del clasificador de alas de lanzadera, el carro 338 se mueve alternativamente a lo largo de una pista 340 entre los contenedores de clasificación 342 que pueden incluir opcionalmente paredes laterales asociadas 344. Como se muestra con más detalle en las Figuras 19A - 19C, el carro puede mover un objeto para colocarlo junto a un contenedor de clasificación diseñado 342 (Figura 19B), y puede accionarse después para volcar el objeto 346 del carro 338 al contenedor de destino asignado (Figura 19C). El movimiento de cada carro 328 y 338 (así como la inclinación de cada carro) puede efectuarse por energía eléctrica o neumática en varias realizaciones.

30 La Figura 20 muestra una sección 336 del clasificador de alas de lanzadera que incluye el carro 338 en la pista 338 entre los contenedores de destino 342 dentro de las paredes 344. Como se muestra además en la Figura 20, los contenedores de recogida se pueden retirar en pares deslizando un cajón asociado 346 que contiene un par de contenedores de recogida (358, 360) en una dirección transversal al movimiento del carro 338. El cajón 346 puede incluir también luces 362 que indican si alguno de los contenedores contenidos, por ejemplo, (358, 360) está lleno o listo para su posterior procesamiento, por ejemplo, colocándolo en una bolsa. También se puede proporcionar un escáner/impresora de mano 364 para que las etiquetas codificadas con respaldo adhesivo 366 se puedan proporcionar directamente a una bolsa que contiene los objetos procesados.

35 El sistema de la Figura 16 muestra un sistema con dos alas de lanzadera 336. Cuando se recoge un objeto del transportador de alimentación, se deja caer en el primer clasificador 328 de lanzadera. Ese clasificador de lanzadera lleva el objeto a una de las dos alas, deja caer el objeto en el transportador de esa ala y después vuelve al inicio. Debido al desplazamiento limitado, esta operación *de ida y vuelta* se puede realizar en el tiempo que tarda el brazo articulado en recoger otro objeto (suponiendo que el brazo articulado está recogiendo objetos a aproximadamente una velocidad humana de rendimiento).

Por lo tanto, el ala de clasificación de lanzadera incluye un carro de objetos en un carro lineal motorizado que se desplaza por encima de una doble fila de contenedores. El carro se carga con un objeto y se baja después por el ala a lo largo del tobogán lineal hasta que llega al contenedor de recogida al que pertenece el objeto; usa después un accionamiento giratorio para expulsar el objeto hacia un lado o hacia el otro, donde cae en uno de los dos cubículos en esa ubicación. El transportista regresa después a la posición inicial para esperar otro objeto.

En el concepto que se muestra, cada ala está limitada a 8 contenedores de recogida de largo, para un total de 16 contenedores de recogida por ala. La longitud de los contenedores de recogida recorridos por el carro lineal debe equilibrarse con otros factores de rendimiento en el sistema. Dadas las velocidades alcanzables para los accionadores lineales impulsados por correas, las distancias y la velocidad de recogida del brazo articulado, esta longitud de 8 recipientes de recogida es una longitud razonable que no limita negativamente el rendimiento del sistema (es decir, el brazo articulado no tiene que esperar a que un clasificador de lanzadera de ala vuelva al origen antes de recoger otro objeto). Con este conteo de contenedores de recogida de 8x2 o 16, cada ala tiene un coste de desvío de cientos de dólares, a diferencia de los miles de dólares, por desvío inteligente para las soluciones disponibles actualmente, como se ha descrito anteriormente.

Los sistemas de la técnica anterior tampoco utilizan la clasificación de estilo *de ida y vuelta* porque la lanzadera solo puede manejar un artículo a la vez, y la lanzadera necesita volver a su posición de origen después de cada clasificación. Según ciertas realizaciones de la presente invención, esta preocupación se alivia de tres maneras: 1) se utilizan múltiples alas en paralelo, 2) se asignan destinos frecuentes a contenedores de recogida más cercanos a la posición inicial de la lanzadera, lo que reduce el tiempo de ciclo promedio de la lanzadera, y 3) la asignación de objetos a contenedores de recogida es dinámica y está bajo el control del sistema como se ha descrito anteriormente.

La Figura 21 muestra un sistema 400 según otra realización de la presente invención un brazo articulado 402 con un efector final 404, un área de entrada 406 en la que se presentan los objetos para su clasificación, una cámara primaria 308 para identificar objetos a clasificar y un transportador 410 de recepción para recibir objetos a clasificar de cualquiera de un trabajador humano, otro transportador o una bandeja de entrada. El sistema incluye también una rampa de salida no clasificable 412 que conduce a un contenedor de salida no clasificable 414 para proporcionar objetos que el sistema no pudo identificar o no pudo clasificar por cualquier otra razón (por ejemplo, no pudo agarrar o recoger).

El sistema incluye también una unidad de cámara abatible 416, que incluye una parte superior abierta y una parte inferior abierta, así como una pluralidad de cámaras ubicadas dentro de la unidad 416 que están dirigidas a las regiones central superior, media e inferior del interior de la unidad 416 como se ha descrito anteriormente con referencia a las Figuras 16 - 20. El objeto que se ha dejado caer cae después en un primer carro 418 que se proporciona en una pista 420 en la que el carro 418 se puede mover automáticamente entre una primera plataforma de clasificación 422, un segundo puesto de clasificación 424, un tercer puesto de clasificación 426 y un cuarto puesto de clasificación 428. El primer puesto de clasificación 422 incluye un segundo carro 338 que puede recibir objetos del primer carro 418 y que se desplaza a lo largo de una pista 340 entre dos filas de contenedores de recogida 432. El segundo puesto de clasificación 324 (así como cada uno de los puestos 326 y 328) incluye un carro 338, cada uno, que puede recibir objetos del primer carro 418, y que se desplaza a lo largo de una pista 340 entre dos filas de contenedores de recogida 336. Nuevamente, los contenedores de recogida se pueden retirar en pares deslizando un par de contenedores de recogida en una dirección transversal al movimiento del carro asociado como se ha explicado anteriormente con referencia a la Figura 20.

Por lo tanto, el sistema 400 incluye 64 contenedores de recogida en total. Este sistema puede escalarse aún más para agregar más contenedores de recogida. El primer clasificador de lanzadera (que transfiere objetos del robot de recogida a las alas) se puede alargar también para acomodar 4 alas de clasificación de lanzadera antes de que el rendimiento del sistema se vea afectado negativamente. En particular, el sistema puede ampliarse aún más duplicando de nuevo el número de alas. Esto requiere la adición de otro clasificador de lanzadera que toma el objeto del robot de recogida y lo entrega a uno de los sistemas de 4 alas. Esto evita que el tiempo de recorrido *de ida y vuelta* del clasificador de lanzadera afecte negativamente el rendimiento general del sistema.

Tal sistema se muestra aquí en la Figura 22. En particular, la Figura 22 muestra un sistema 500 que incluye dos brazos articulados independientes 552 que tienen un efector final 554 en un área de entrada 506, un carro principal 520 en una pista 522, así como ocho puestos de clasificación 524, 526, 528, 530, 532, 564, 536 y 538. En cada una de estas puestos de clasificación, un carro 338 puede desplazarse a lo largo de su pista 340 para acceder a los contenedores 342 como se ha explicado anteriormente. Se puede permitir que el carro 520 se desplace en una dirección lo suficientemente lejana para llegar tanto al transportador de entrada 534 como a la rampa de salida no clasificable 512, lo que permite que el sistema elija enviar un objeto en el primer carro al transportador de entrada transportador para ser reprocesado, o a la rampa de salida no clasificable si el objeto no se puede clasificar.

Los sistemas 400 y 500 proporcionan también, en cada realización, una asignación dinámica de recipientes de recogida, como se ha explicado anteriormente. En los sistemas convencionales tripulados por humanos, los contenedores de recogida están asociados estáticamente (a destinos, instalaciones de próxima parada, clientes, etc.)

5 y no cambian con frecuencia; esto es para que los humanos puedan obtener beneficios de eficiencia *aprendiendo* la asociación y las ubicaciones de los cubículos. En los sistemas de la invención, no existen tales restricciones, ya que el sistema está colocando todos los objetos en contenedores de recogida, y siempre tiene un conocimiento completo de qué objetos están en el sistema, cuáles están en cada contenedor, etc. El sistema tiene también conocimiento de toda la actividad de clasificación histórica, lo que significa que las tendencias históricas se pueden utilizar para tomar decisiones aún más inteligentes sobre la asignación de contenedores de recogida.

10 En el ejemplo más simple, y con referencia nuevamente al sistema de dos alas que se muestra en la Figura 10, si los datos históricos sugieren que dos de los contenedores de recogida en este sistema obtienen la mayor cantidad de objetos en cada ciclo de clasificación, entonces el sistema asignará uno de estos contenedores a la primera ala y uno a la segunda, asegurando así que todos los contenedores de alto volumen no estén en un ala creando un cuello de botella. El sistema puede asignar también contenedores cerca del comienzo del ala, lo que garantiza tiempos de ciclo mínimos para los contenedores de recogida más ocupados. Por último, si el sistema necesita un contenedor vacío, puede indicarle a un operador humano que venga y vacíe un contenedor dado, lo que permite que ese contenedor se use tan pronto como se vacíe. Estas estrategias aseguran que el tiempo de ciclo de las alas de clasificación de la lanzadera no afecte el rendimiento general del sistema.

20 Finalmente, el sistema también puede asignar y agrupar objetos para maximizar cualquier otra función de coste arbitraria. Dicho sistema de clasificación suele ser una pequeña parte de un gran sistema, que generalmente se extiende a través de múltiples instalaciones en todo el estado, el país o el mundo. Como parte de una red tan grande, el rendimiento de este sistema inevitablemente tiene un impacto en los costes en otras partes de la red. Al comprender estos impactos, el sistema que se presenta en el presente documento puede asignar objetos a contenedores de recogida para minimizar el impacto de costes en otras partes de la macro red.

25 En este concepto de sistema, se pueden agregar también brazos articulados (robots) adicionales a cada uno de los conceptos para escalar el rendimiento del sistema. Normalmente, el número de robots  $R$  debe ser menor o igual a la MITAD del número de alas  $W$  para que el tiempo del ciclo de lanzadera de alas no limite el rendimiento del sistema. Por debajo de este número de robots, el rendimiento escala linealmente. Al agregar robots y alas de clasificación de lanzadera, y ajustar las velocidades del clasificador de lanzadera y las velocidades de recogida/escaneo del robot, es posible una amplia gama de rendimientos generales del sistema y recuentos de cubículos utilizando la misma arquitectura básica.

35 Para un mayor escalado, ocho alas alimentadas por un puesto de selección/escaneo es el máximo práctico. Para escalar los contenedores máximos y el rendimiento máximo más allá de esto, se pueden paralelizar y alimentar múltiples de estos puestos por medios manuales o automáticos, tal como se alimentan las celdas de clasificación manual en los conceptos descritos en la técnica anterior. Esto permite una escala lineal continua del rendimiento, así como un mayor número de contenedores de recogida, ya que el sistema ahora puede asignar dinámicamente entre todos los contenedores en todas las alas en todas las celdas paralelas.

40 Los expertos en la materia apreciarán que pueden realizarse numerosas modificaciones y variaciones a las realizaciones divulgadas anteriormente sin desviarse del alcance de la presente invención definida en las reivindicaciones adjuntas.

## REIVINDICACIONES

1. Un sistema de procesamiento de objetos que comprende:  
 5 un puesto de entrada (316) que comprende al menos un dispositivo de movimiento programable (312) para adquirir un objeto a procesar;  
 un sistema de percepción (326), en donde el al menos un dispositivo de movimiento programable está configurado para presentar el objeto al sistema de percepción para percibir indicios de identificación en el objeto adquirido;  
 una pluralidad de recipientes intermedios (342), cada uno de los que está inicialmente sin asignar a ningún destino;  
 un sistema de procesamiento informático configurado para:  
 10 - determinar un número de objetos que se espera que lleguen al puesto de entrada dentro de un tiempo dado para el destino asignado y  
 - generar datos de asignación con respecto a un recipiente intermedio asignado (342) entre la pluralidad de recipientes intermedios con respecto a un destino para el objeto adquirido en respuesta a los indicios de identificación en relación con el objeto adquirido y en respuesta al número de objetos que se espera que lleguen al puesto de entrada dentro  
 15 de un tiempo dado para el destino asignado; y  
 un sistema de transporte automático (328, 338) para mover el objeto adquirido al recipiente intermedio asignado; en donde el sistema está configurado para señalar a un trabajador humano que venga y vacíe el recipiente intermedio asignado y el sistema de procesamiento informático está configurado para reasignarlo posteriormente a otro destino antes de que el recipiente esté lleno en respuesta al sistema de procesamiento informático que determina que no se  
 20 espera que llegue otro objeto al puesto de entrada para el destino del recipiente intermedio asignado dentro de un tiempo dado.
2. El sistema de procesamiento de objetos según la reivindicación 1, en donde dicho sistema de transporte automático comprende un carro alternativo que se desplaza entre un primer puesto de clasificación y un segundo puesto de  
 25 clasificación.
3. El sistema de procesamiento de objetos según la reivindicación 2, en donde dicho primer sistema de clasificación incluye un primer carro automático que puede volcar cualquier contenido en el mismo en una dirección transversal a una dirección de movimiento del primer carro automático, y en donde dicho segundo sistema de clasificación incluye  
 30 un segundo carro automático que puede volcar cualquier contenido en el mismo en una dirección transversal a una dirección de movimiento del segundo carro automático.
4. El sistema de procesamiento de objetos según la reivindicación 2, en donde dicho puesto de entrada incluye una rampa de salida para proporcionar objetos para los que el sistema de percepción no puede percibir indicios de  
 35 identificación.
5. El sistema de procesamiento de objetos según la reivindicación 4, en donde dicho carro alternativo se puede mover además a la rampa de salida de manera que el objeto se mueve a la rampa de salida por el primer carro automático.
- 40 6. El sistema de procesamiento de objetos según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicho puesto de entrada incluye un sistema de escáner primario para identificar indicios relacionados con objetos.
7. El sistema de procesamiento de objetos según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicho puesto de entrada incluye un segundo sistema de escáner que incluye múltiples escáneres.
- 45 8. El sistema de procesamiento de objetos según la reivindicación 7, en donde dichos múltiples escáneres de dicho segundo sistema de escaneo están posicionados para escanear un objeto a medida que el objeto está cayendo.
9. El sistema de procesamiento de objetos según la reivindicación 2, en donde dicho carro alternativo puede volcar cualquier contenido del carro en una dirección transversal a una dirección de movimiento del carro alternativo.
- 50 10. El sistema de procesamiento de objetos según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicho sistema de procesamiento de objetos incluye al menos dos dispositivos de movimiento programables, y cada dispositivo de movimiento programable incluye un sistema robótico.
- 55 11. Un método de procesamiento de objetos, comprendiendo dicho método:  
 proporcionar una pluralidad de recipientes intermedios (342), cada uno de los que está sin asignar a ningún destino;  
 adquirir un objeto a clasificar desde un puesto de entrada (316);  
 identificar el objeto adquirido por indicios determinados asociados con el objeto adquirido;  
 60 identificar, utilizando un sistema de procesamiento informático, un destino asignado para el objeto adquirido;  
 determinar, utilizando el sistema de procesamiento informático, un número de objetos que se espera que lleguen al puesto de entrada dentro de un tiempo dado para el destino asignado;  
 asignar, utilizando el sistema de procesamiento informático, un recipiente intermedio asignado al objeto adquirido en respuesta al número de objetos que se espera que lleguen al puesto de entrada dentro del tiempo dado para el destino  
 65 asignado; y  
 mover el objeto al recipiente intermedio asignado; y

señalar a un trabajador humano que venga y vacíe el recipiente intermedio asignado antes de que el recipiente esté lleno y reasignar el recipiente intermedio a otro destino antes de que el recipiente esté lleno en respuesta al sistema de procesamiento informático que determina que no se espera que llegue otro objeto al puesto de entrada para el destino del recipiente intermedio asignado dentro del tiempo dado

5 12. El método según la reivindicación 11, en donde identificar el objeto adquirido incluye escanear el objeto con una pluralidad de cámaras a medida que el objeto está cayendo.

10 13. El método según la reivindicación 11 o 12, en donde mover el objeto adquirido al recipiente intermedio asignado incluye mover el objeto adquirido utilizando un carro automático a lo largo de una pista hasta el recipiente intermedio asignado.

15 14. El método según la reivindicación 13, en donde la pista discurre entre un primer puesto de clasificación y un segundo puesto de clasificación.

15 15. El método según la reivindicación 11, en donde determinar que no se espera que llegue otro objeto al puesto de entrada para el destino del recipiente intermedio asignado dentro de un tiempo dado se basa en patrones de uso históricos del número de objetos que llegan al puesto de entrada para cada destino.

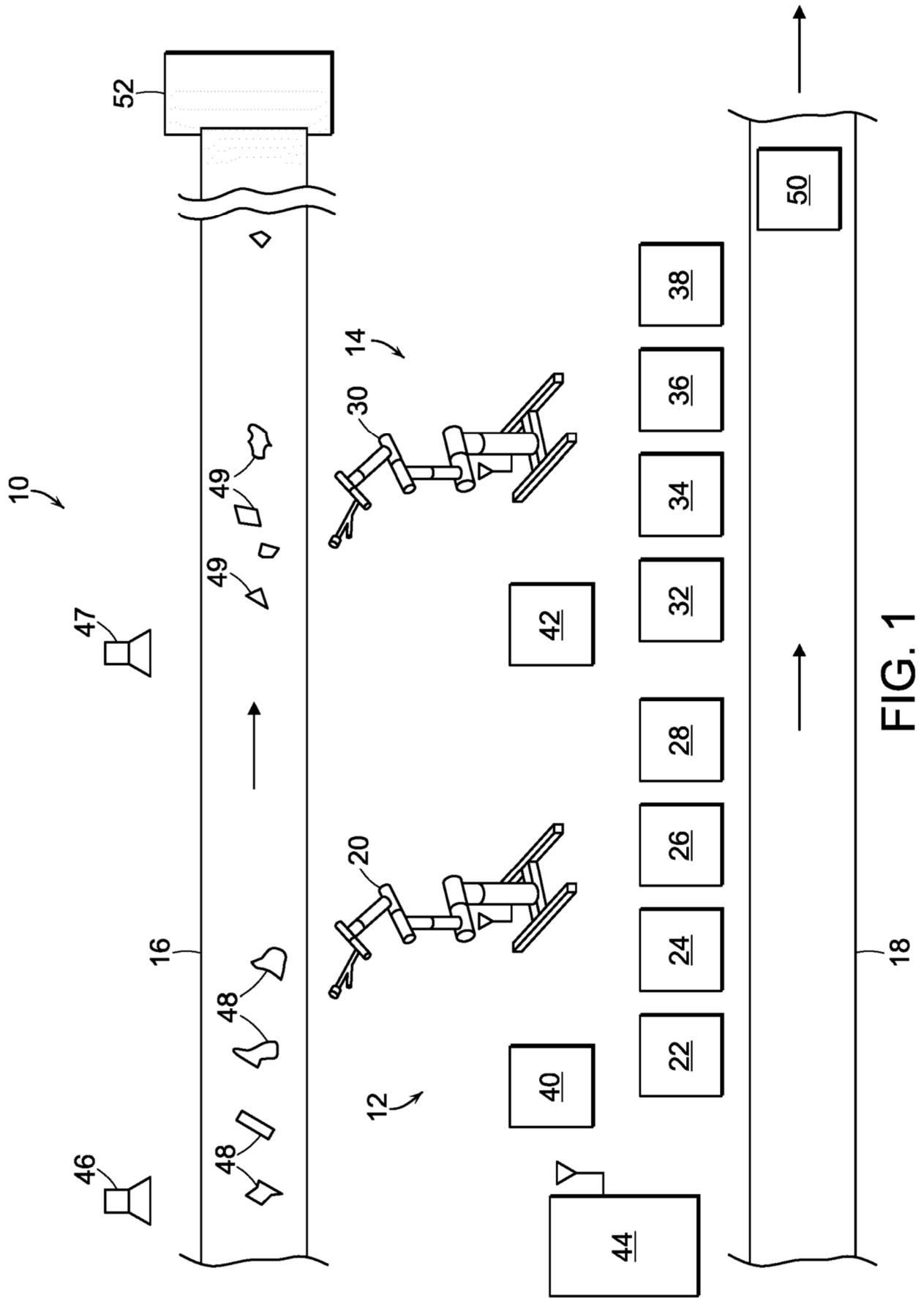


FIG. 1

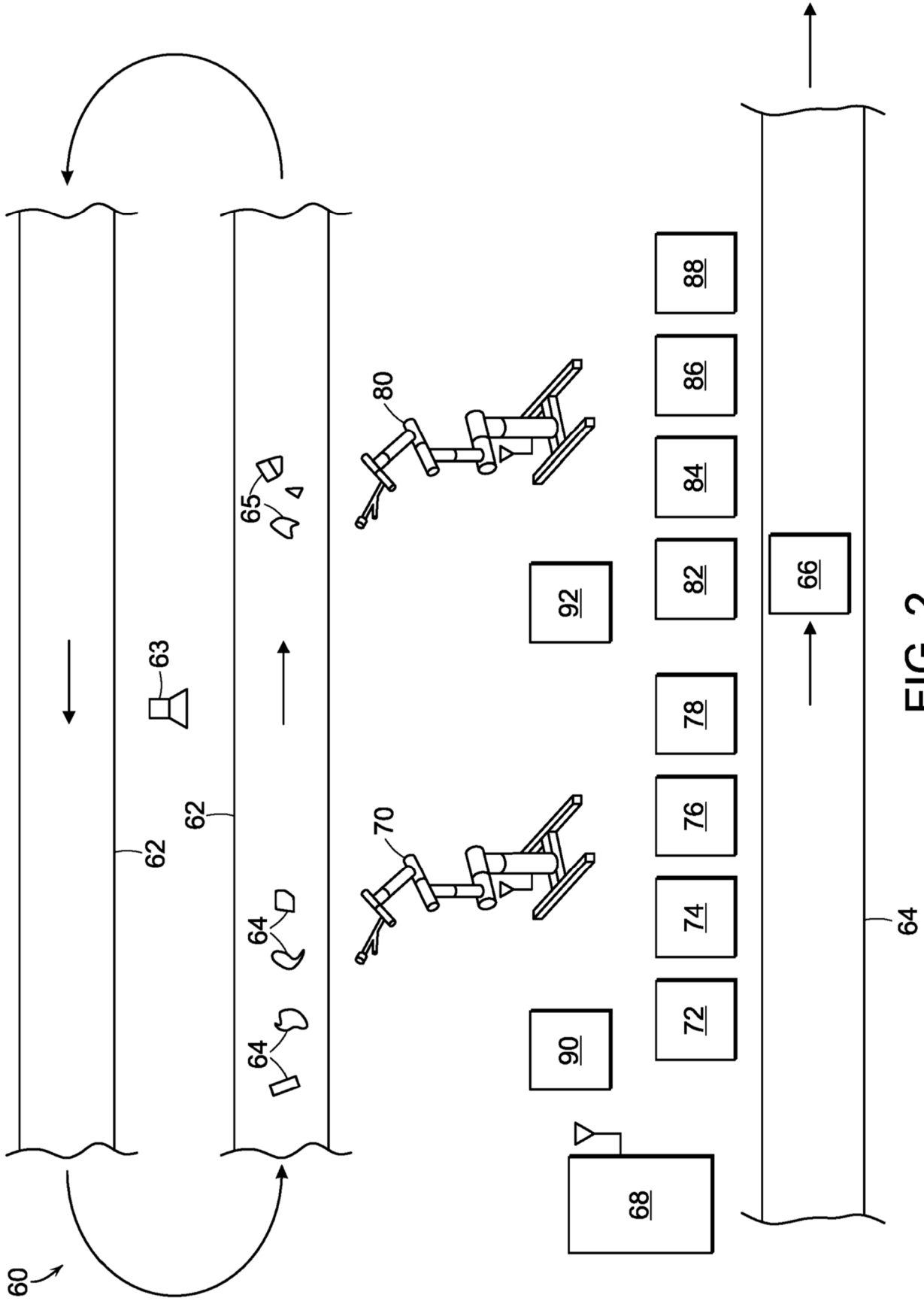


FIG. 2

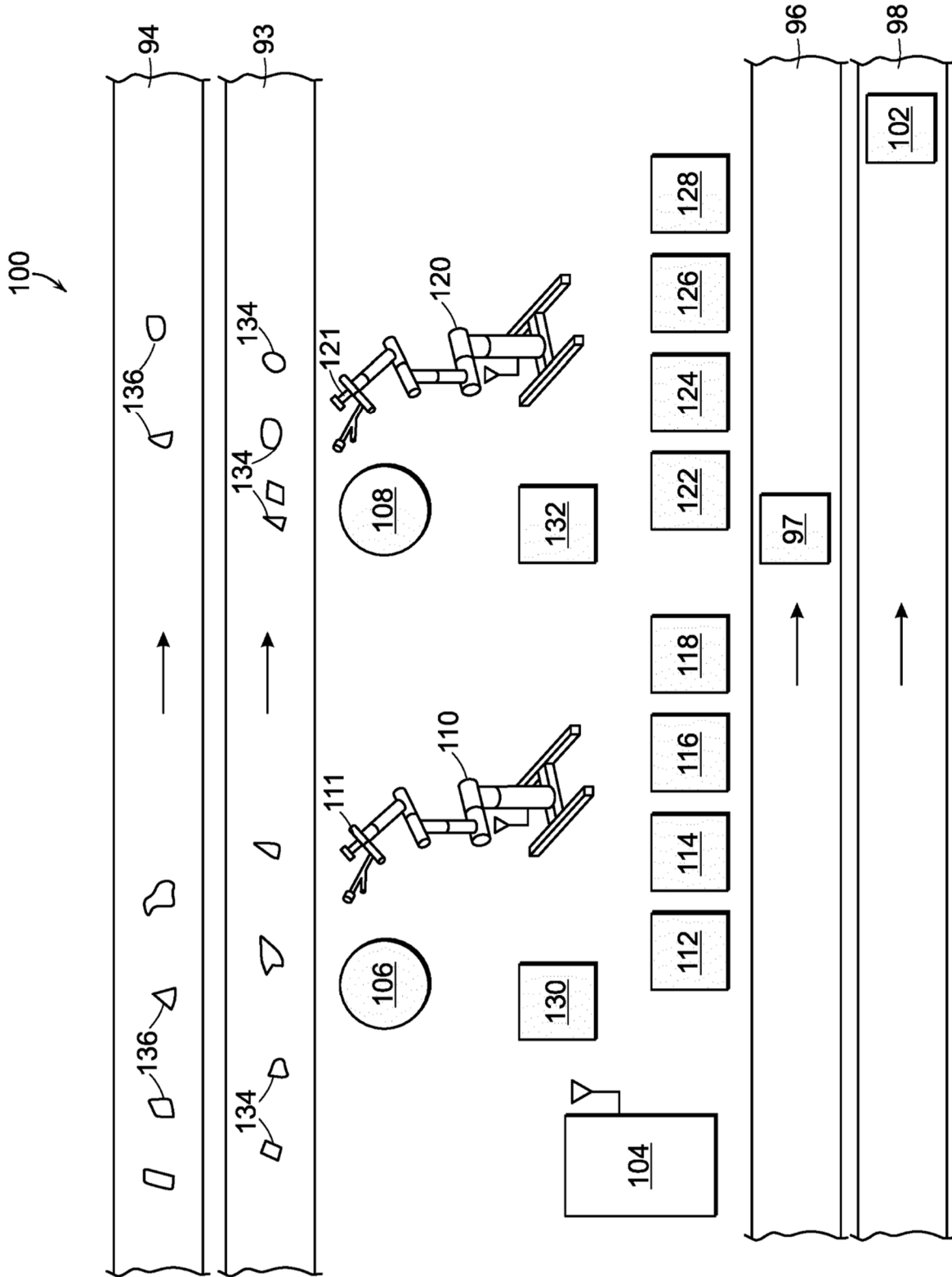


FIG. 3

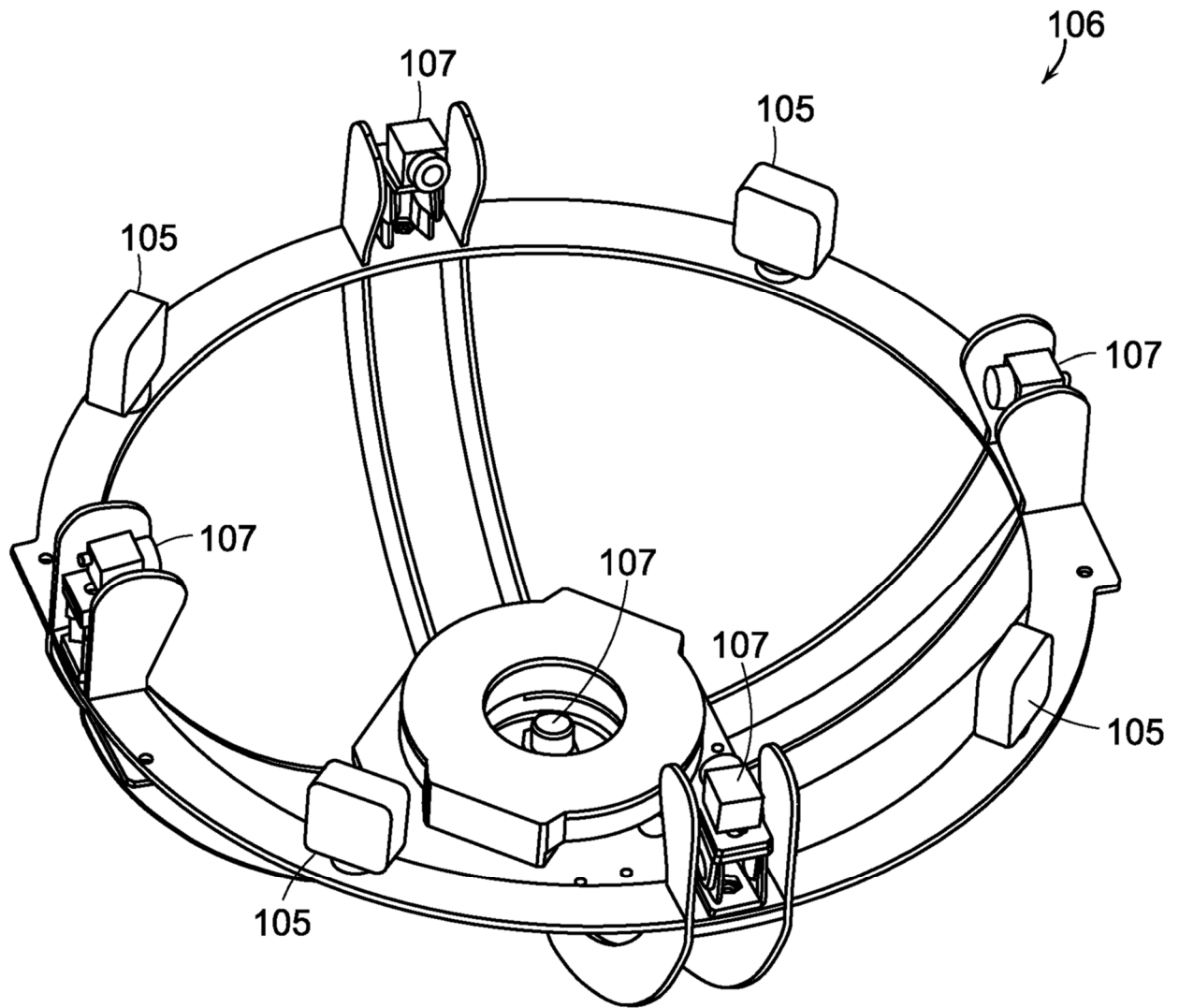


FIG. 4

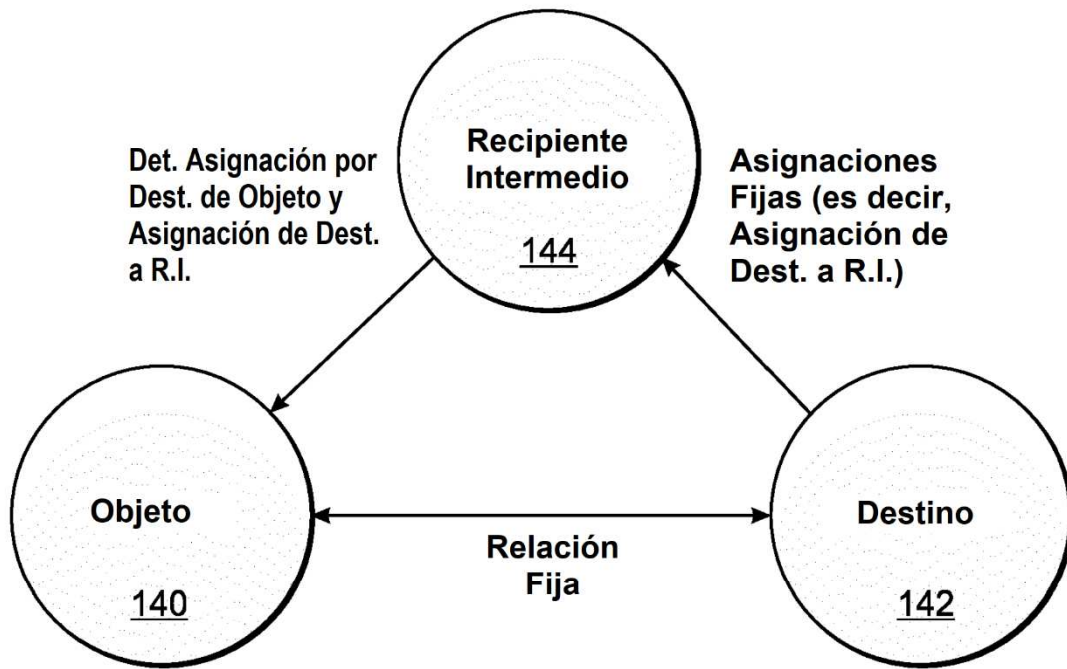


FIG. 5

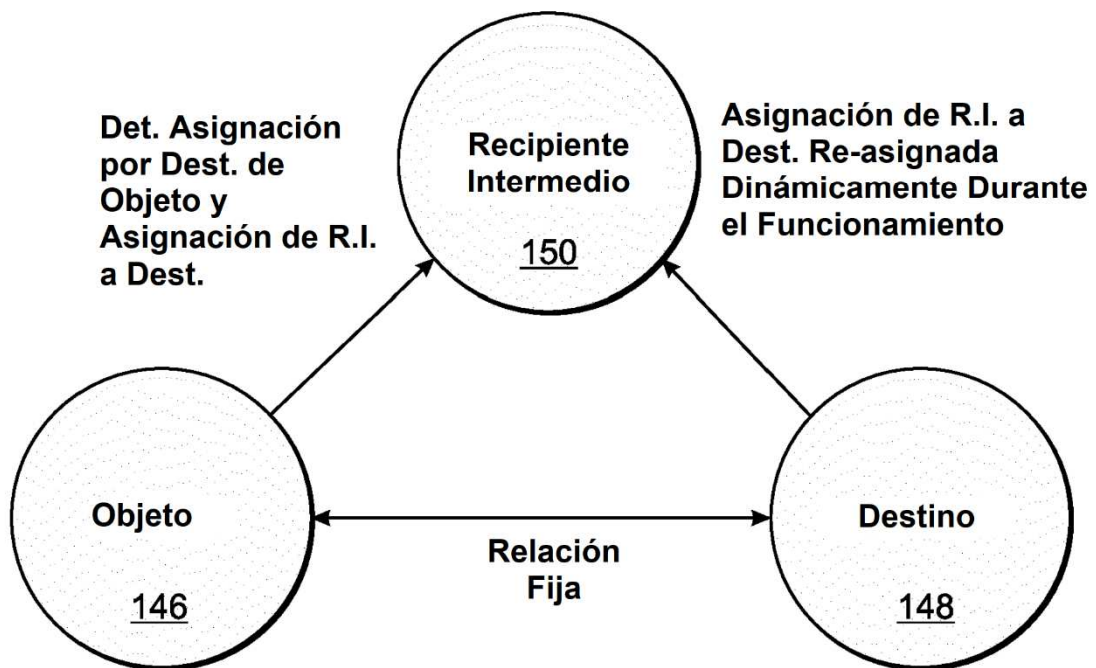


FIG. 6

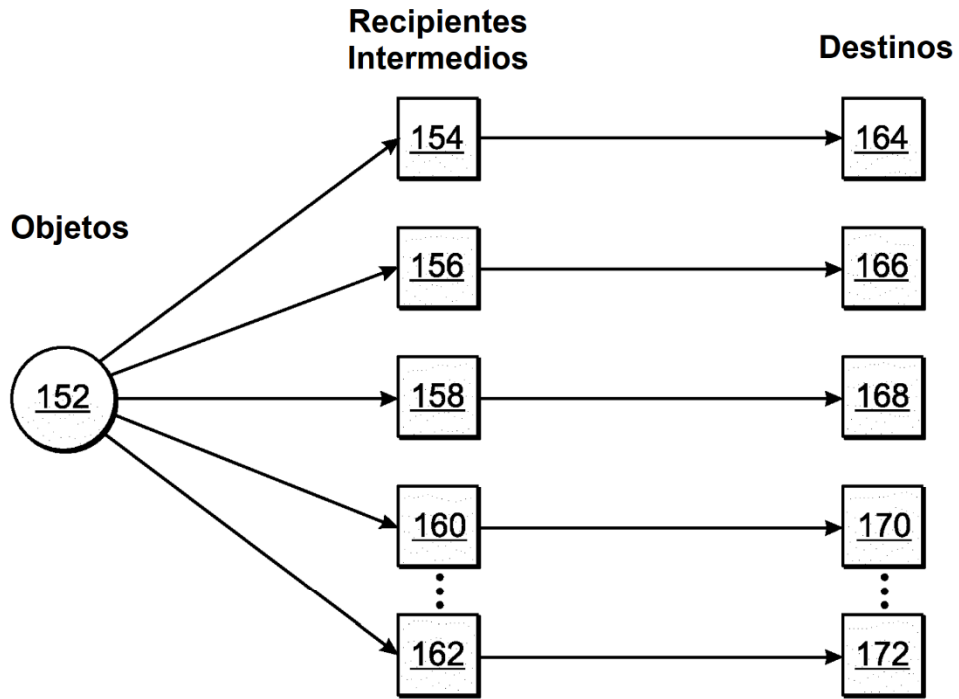


FIG. 7

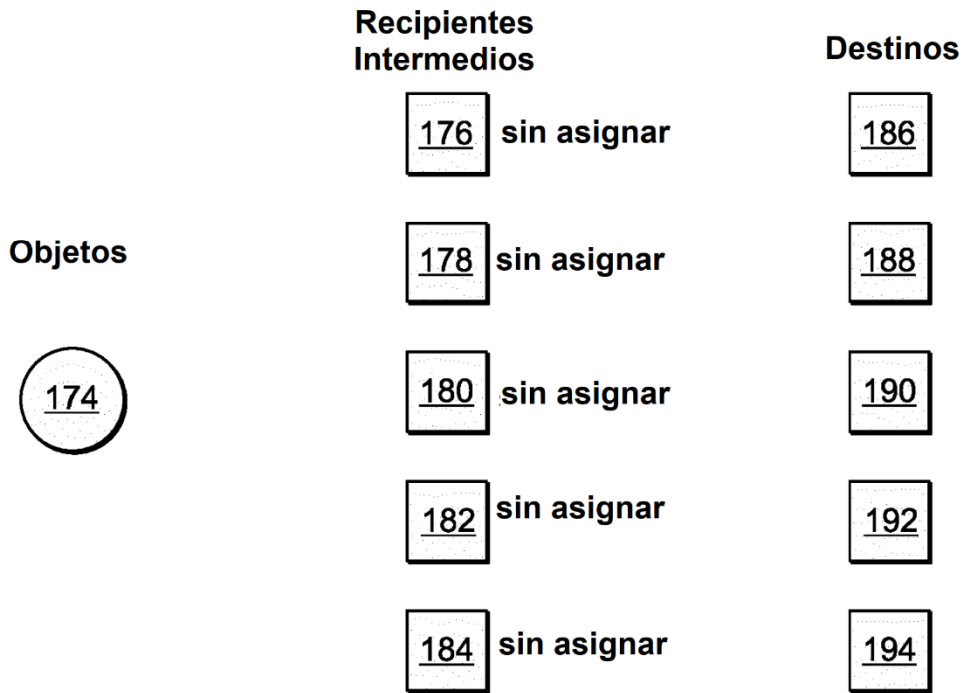


FIG. 8A

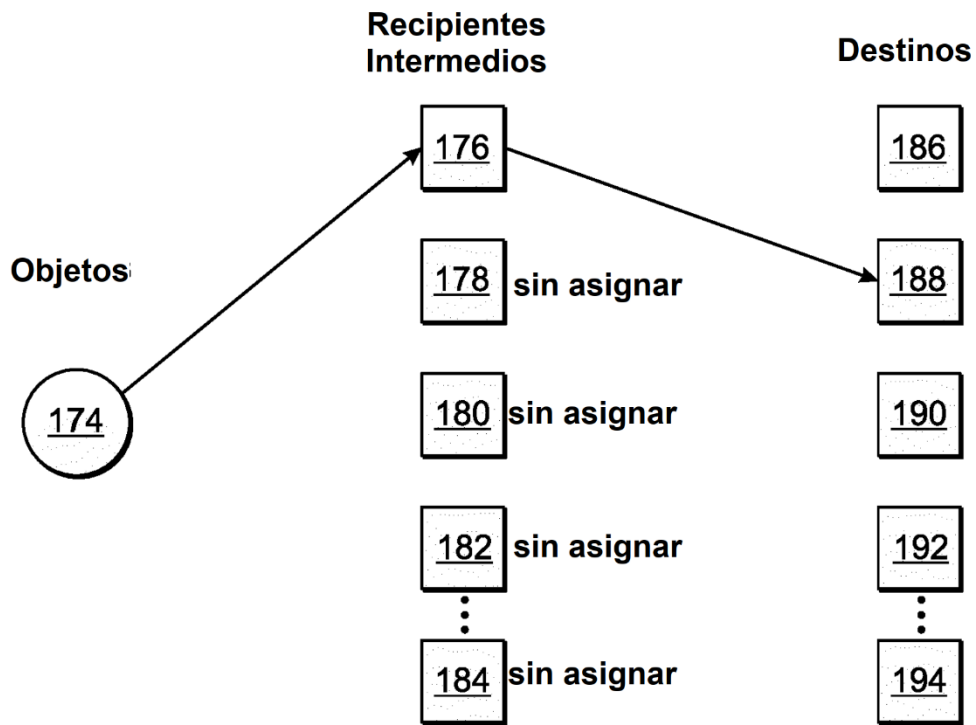


FIG. 8B

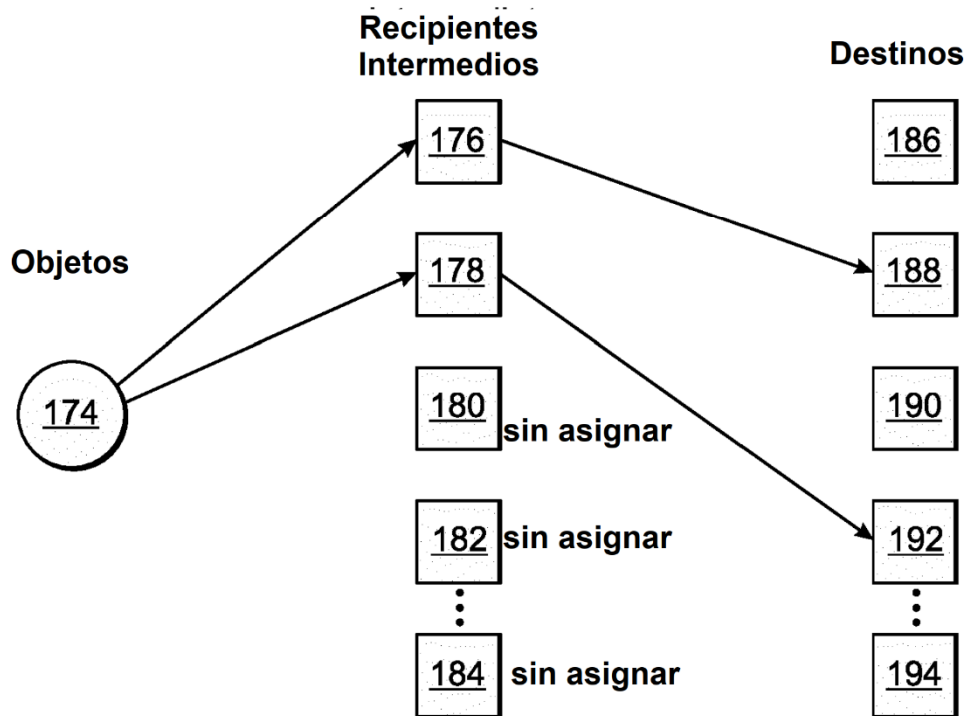


FIG. 8C

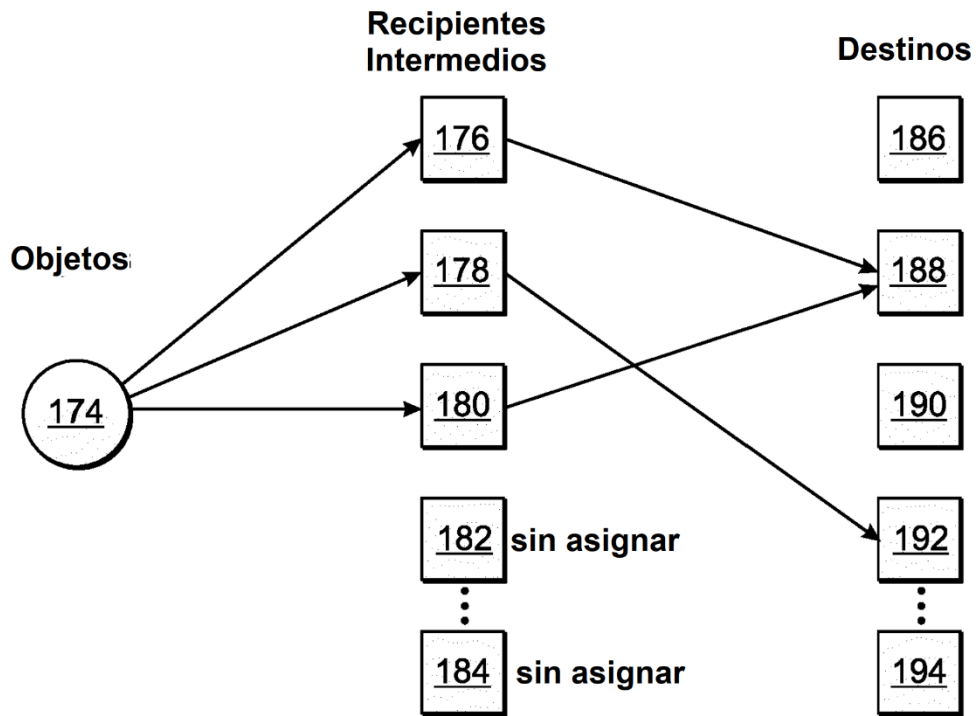


FIG. 8D

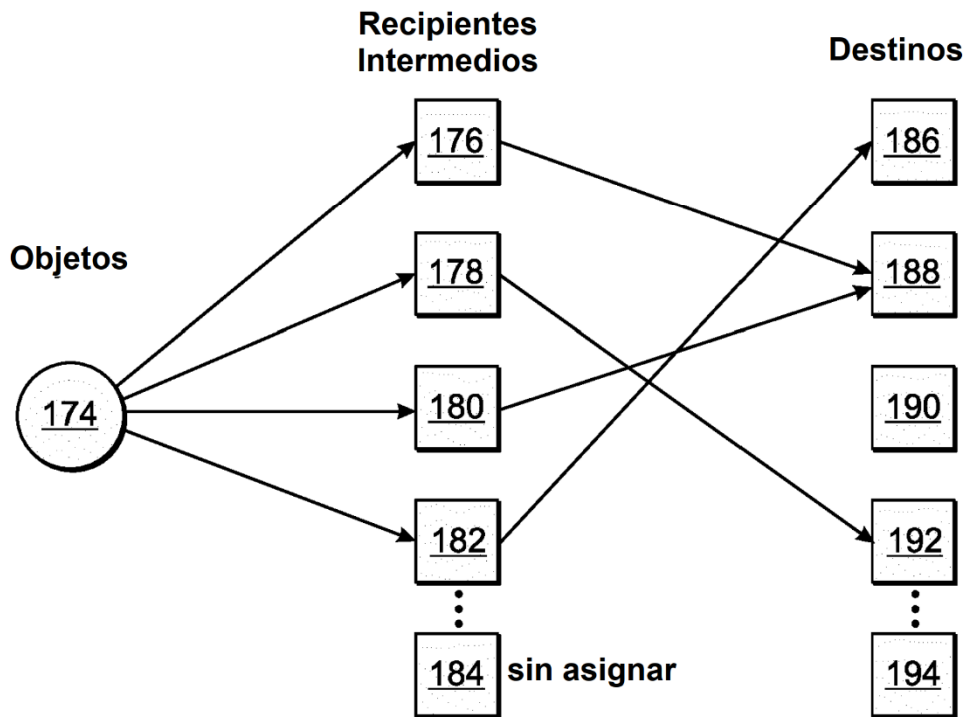


FIG. 8E

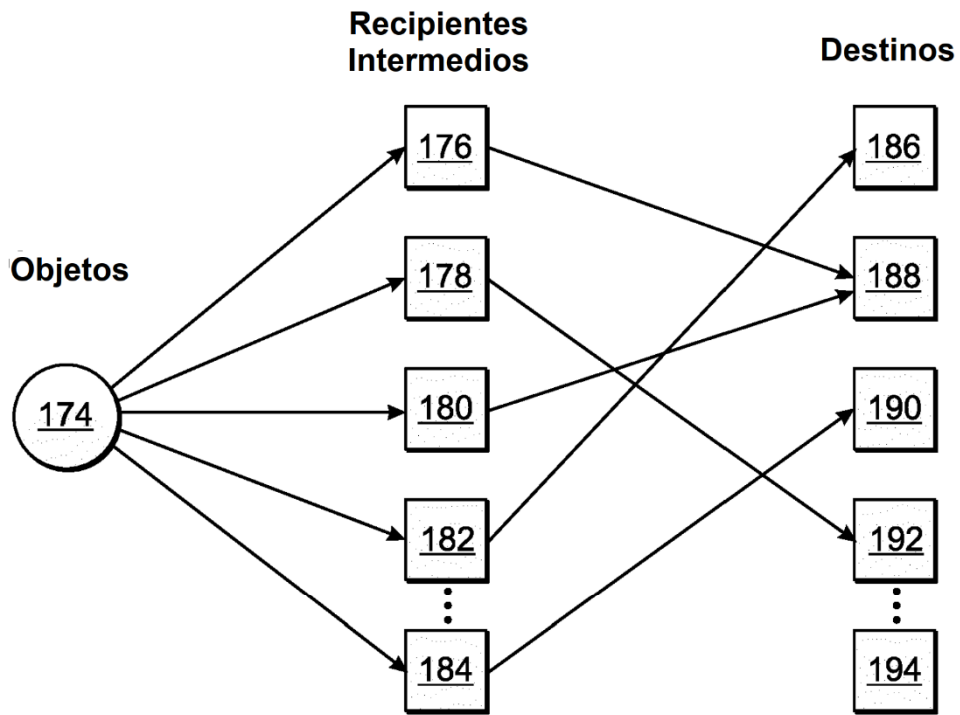


FIG. 8F

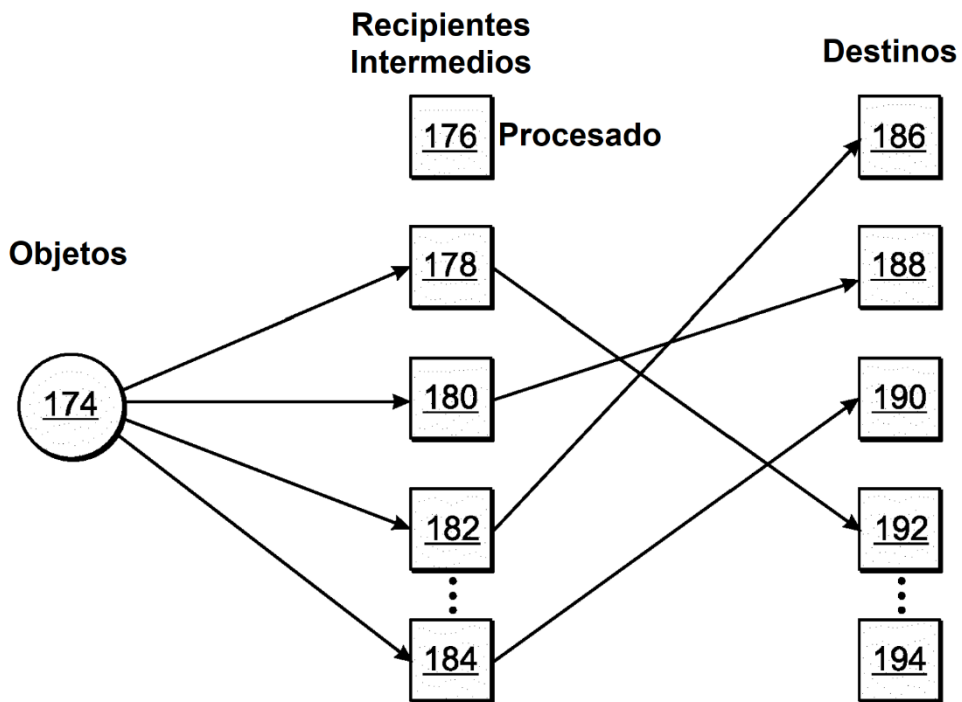


FIG. 8G

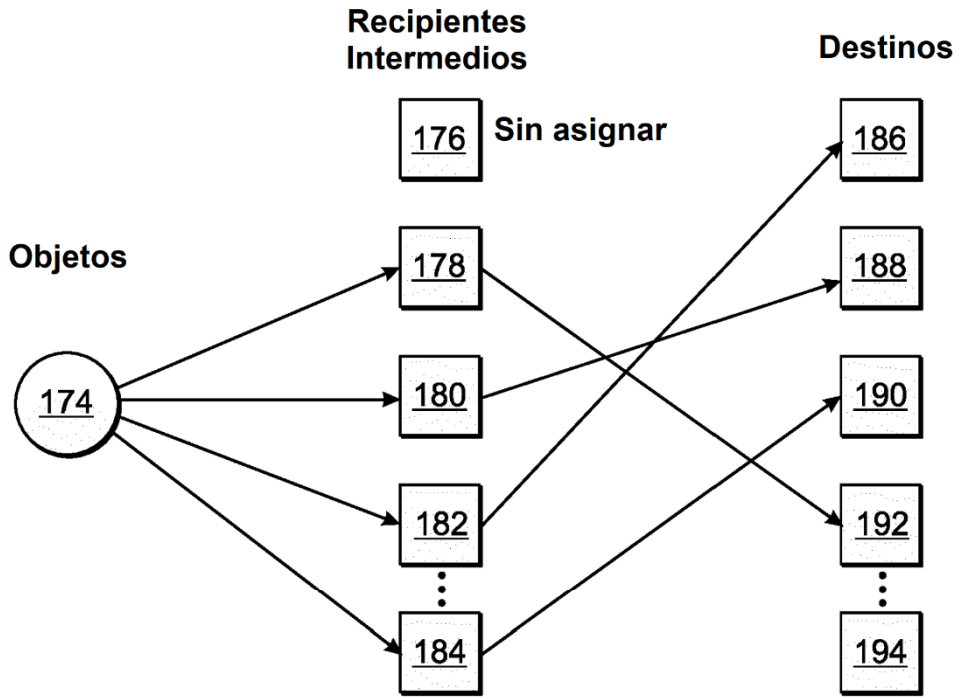


FIG. 8H

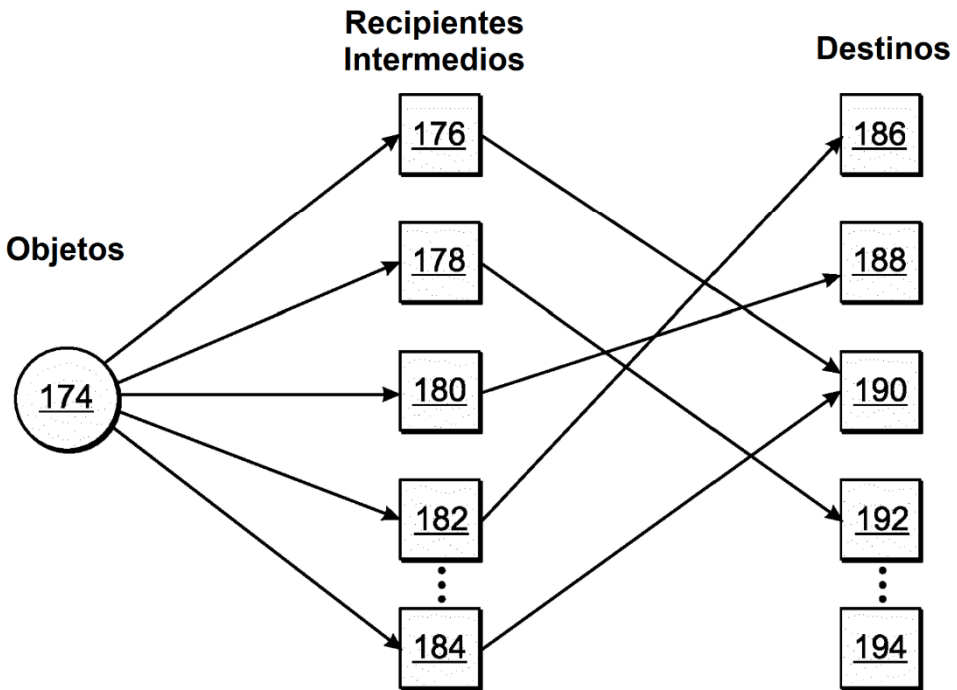


FIG. 8I

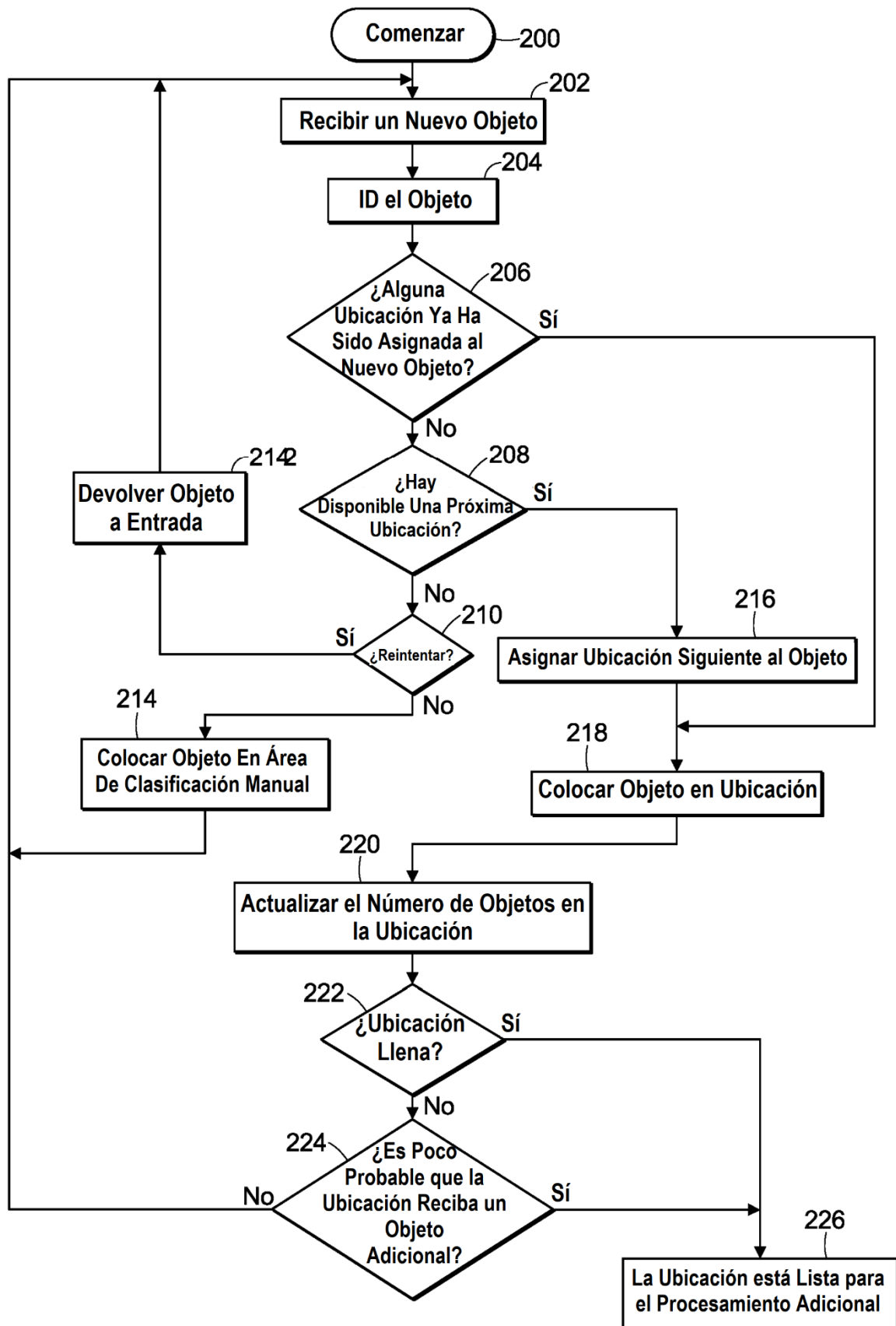


FIG. 9



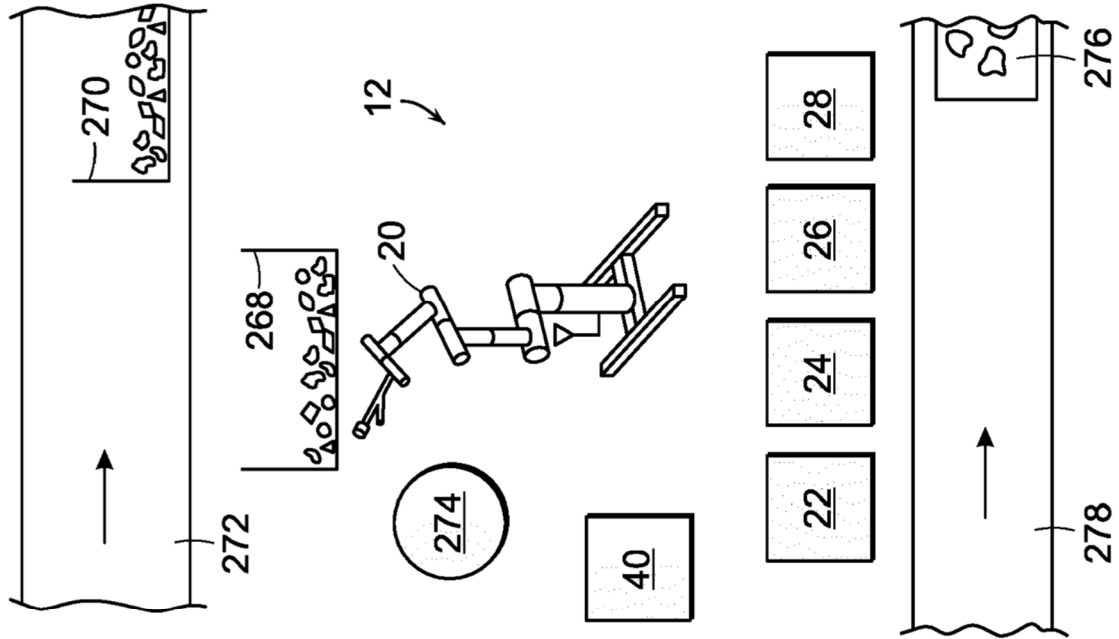


FIG. 12

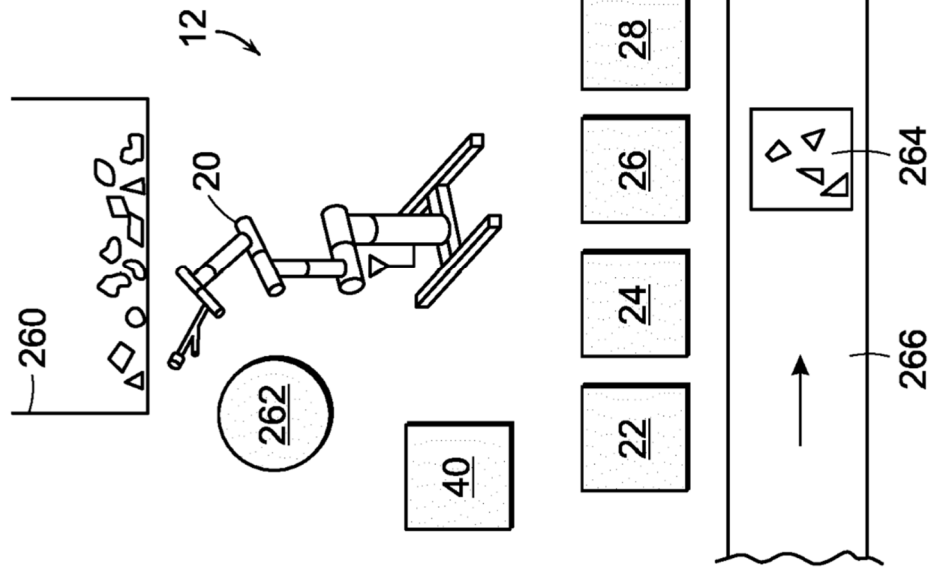
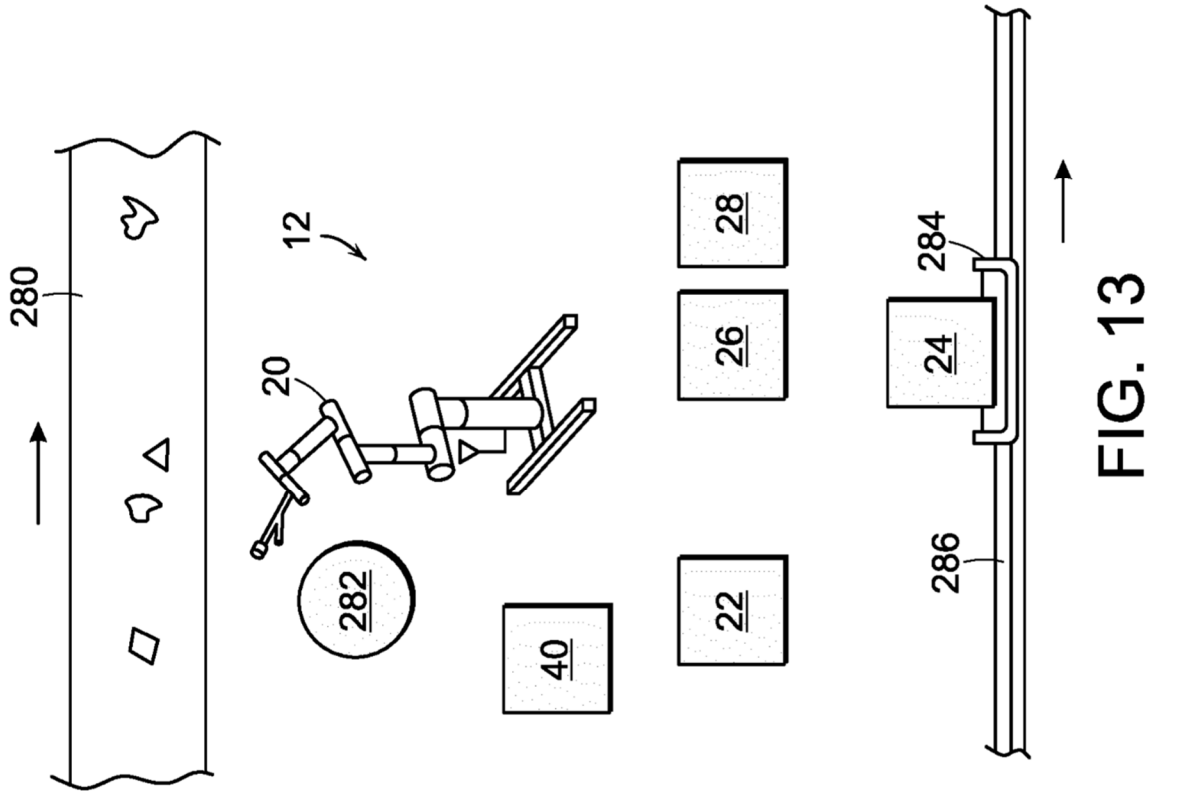
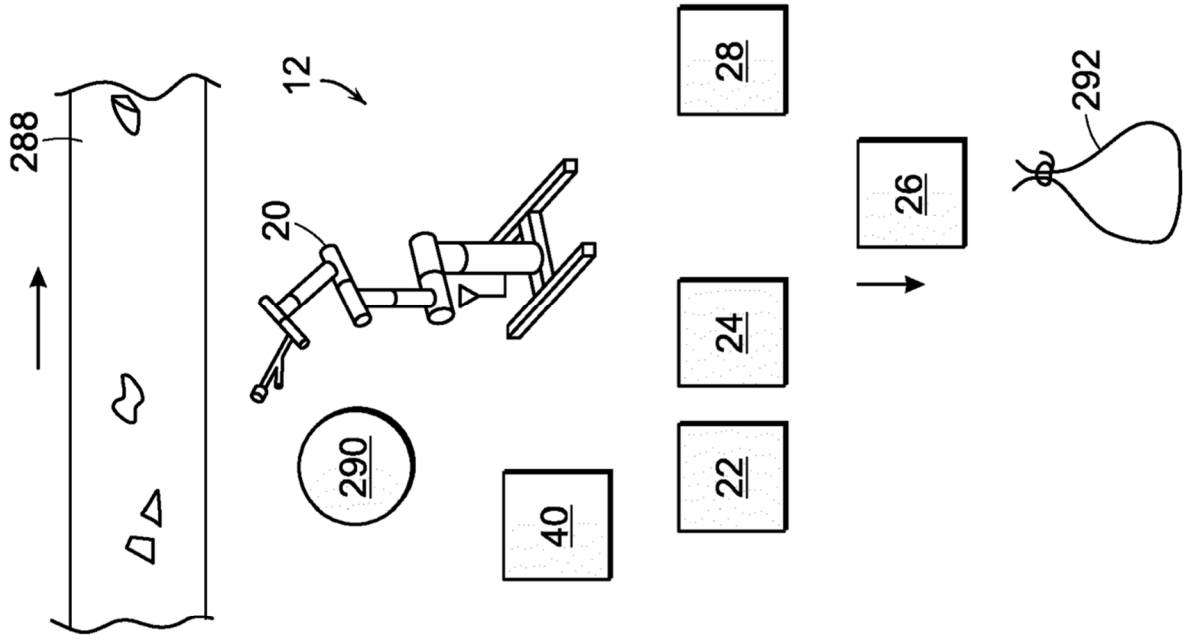


FIG. 11



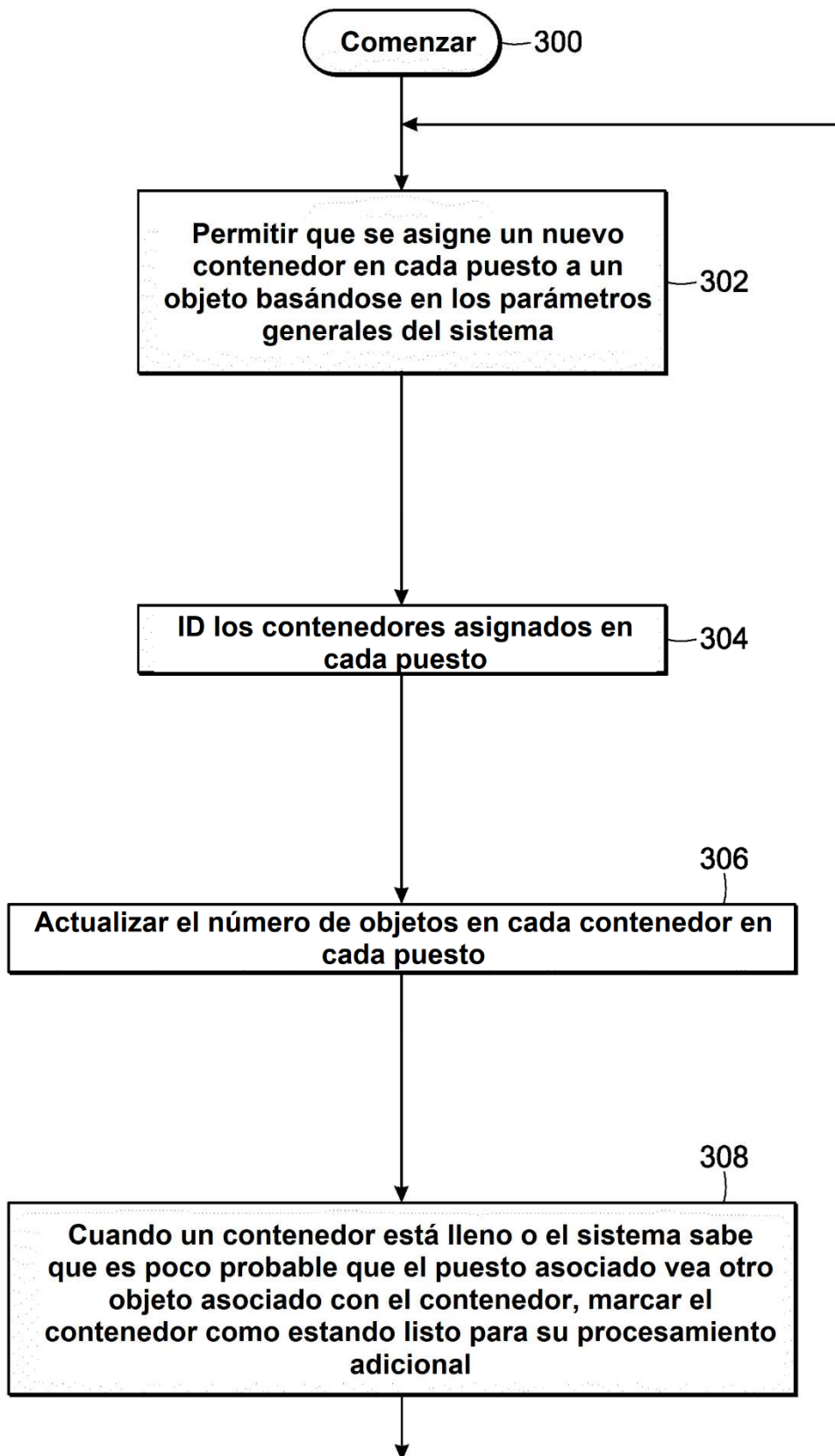


FIG. 15

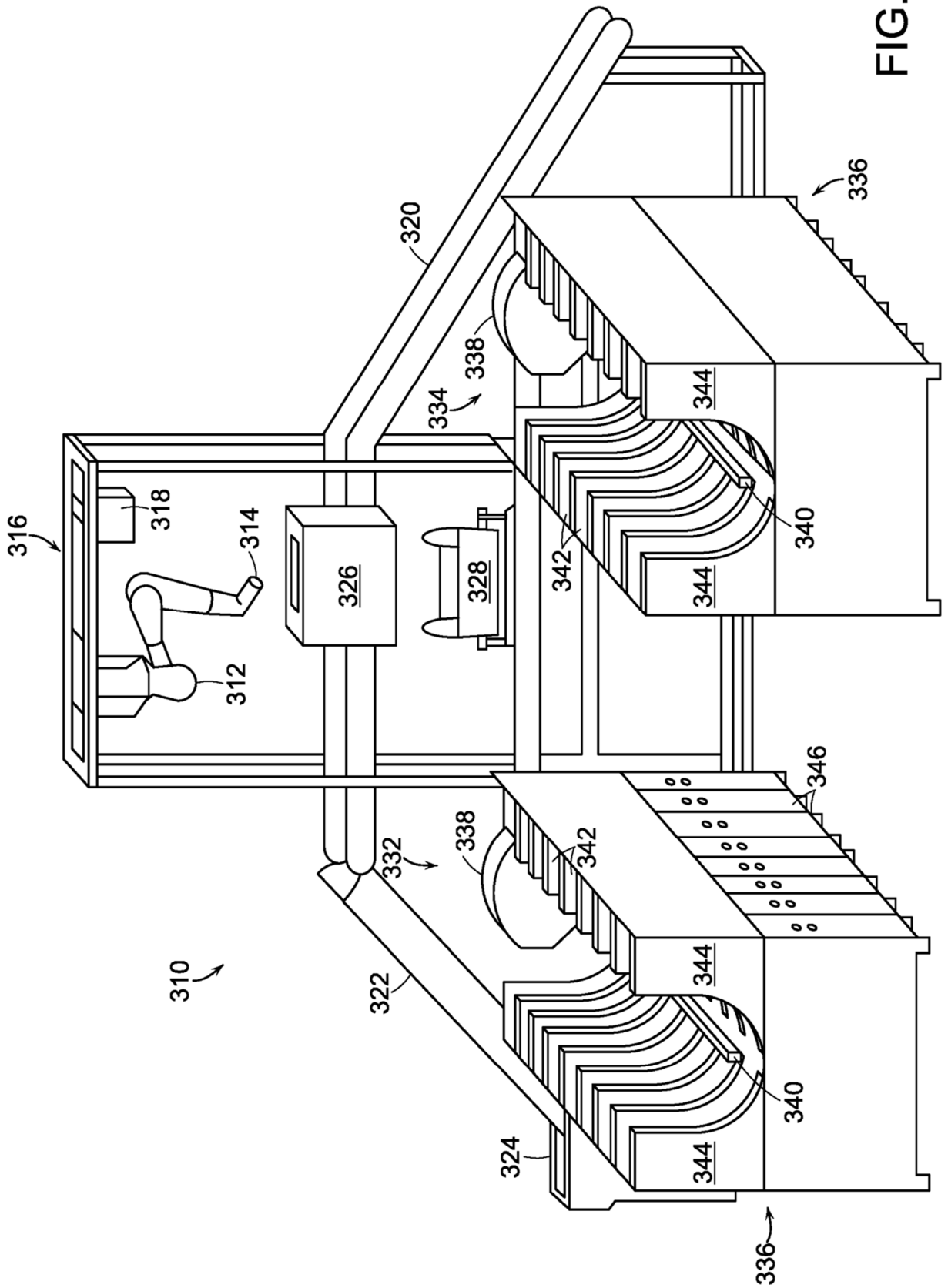


FIG. 16

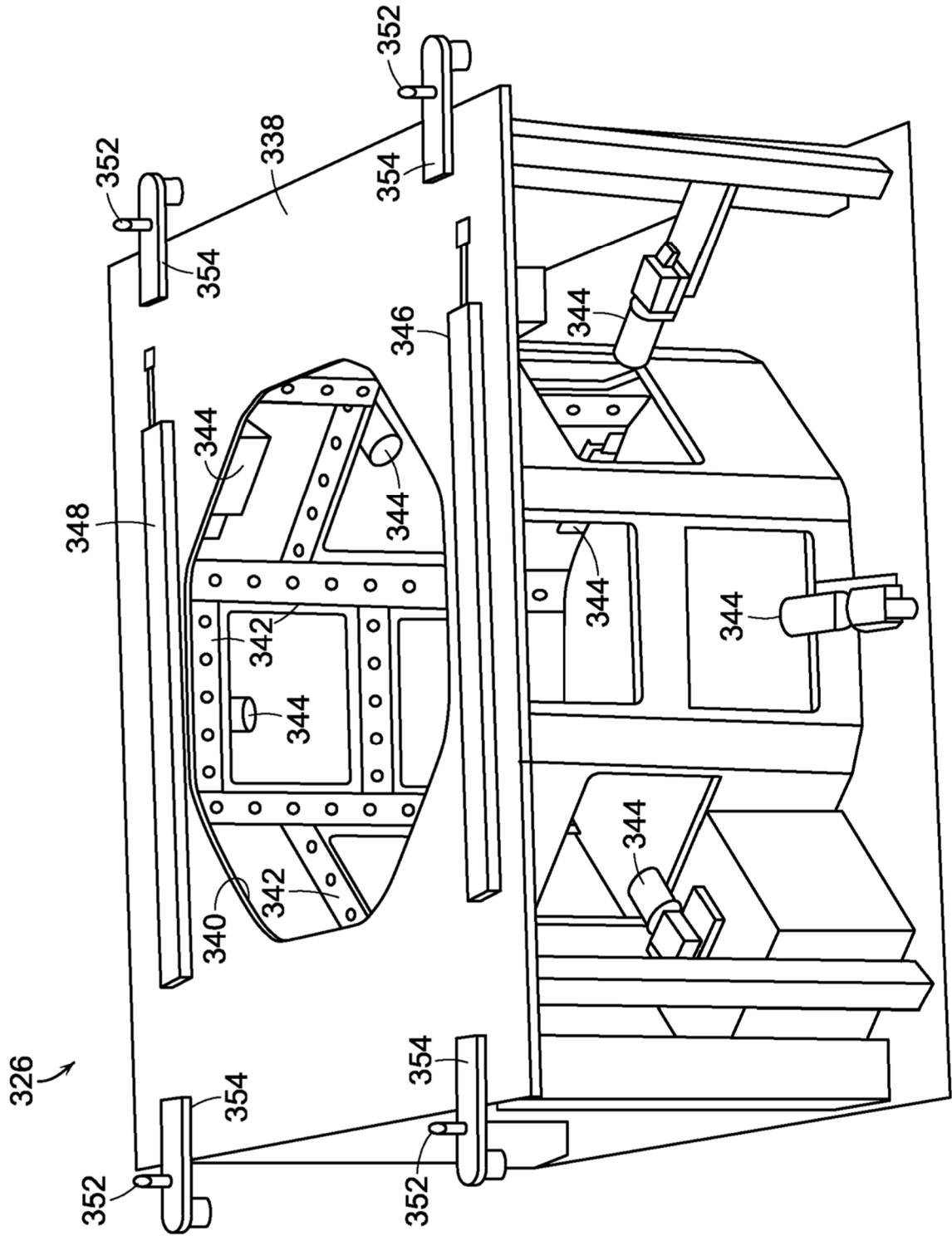


FIG. 17

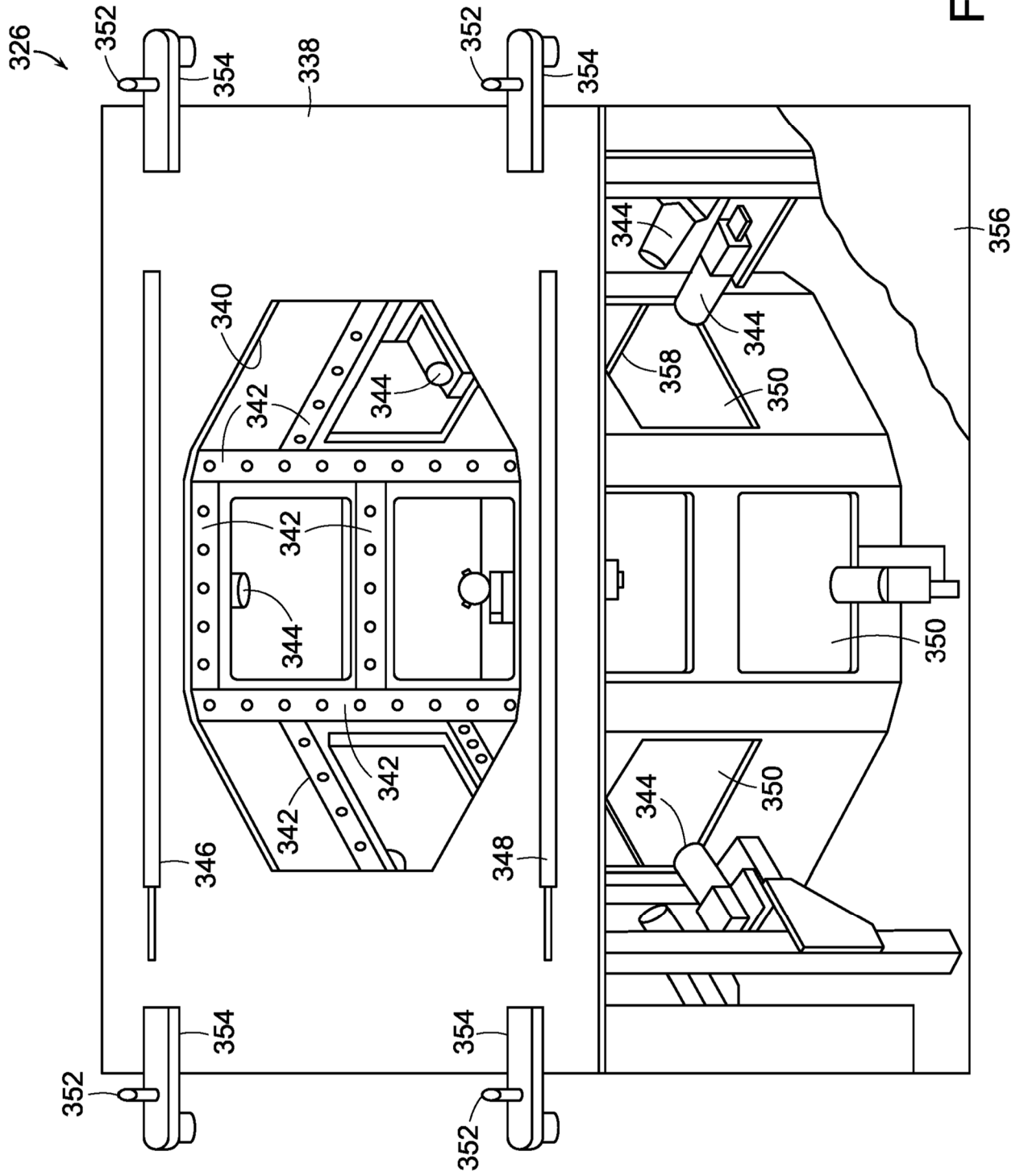


FIG. 18

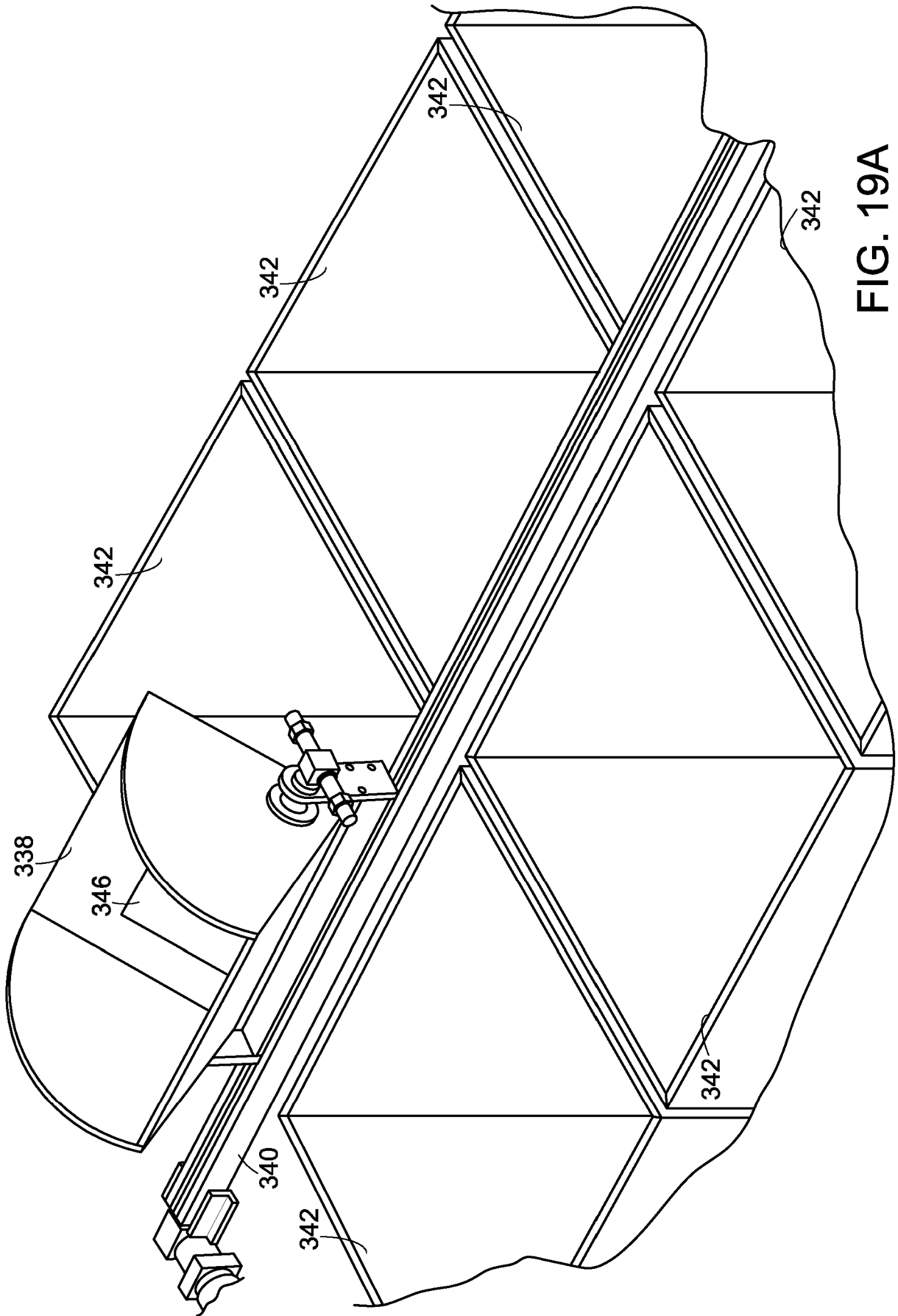


FIG. 19A

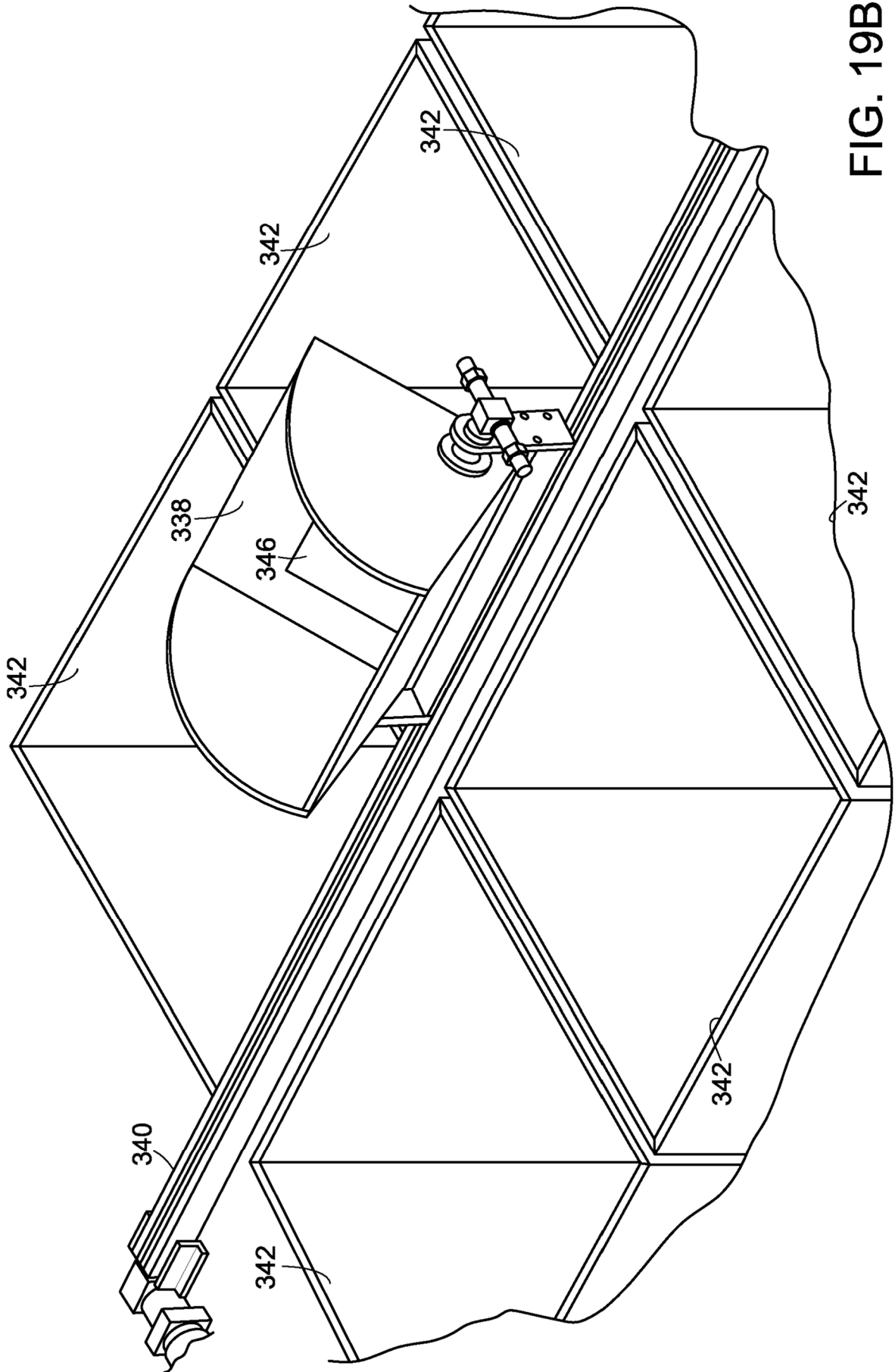


FIG. 19B

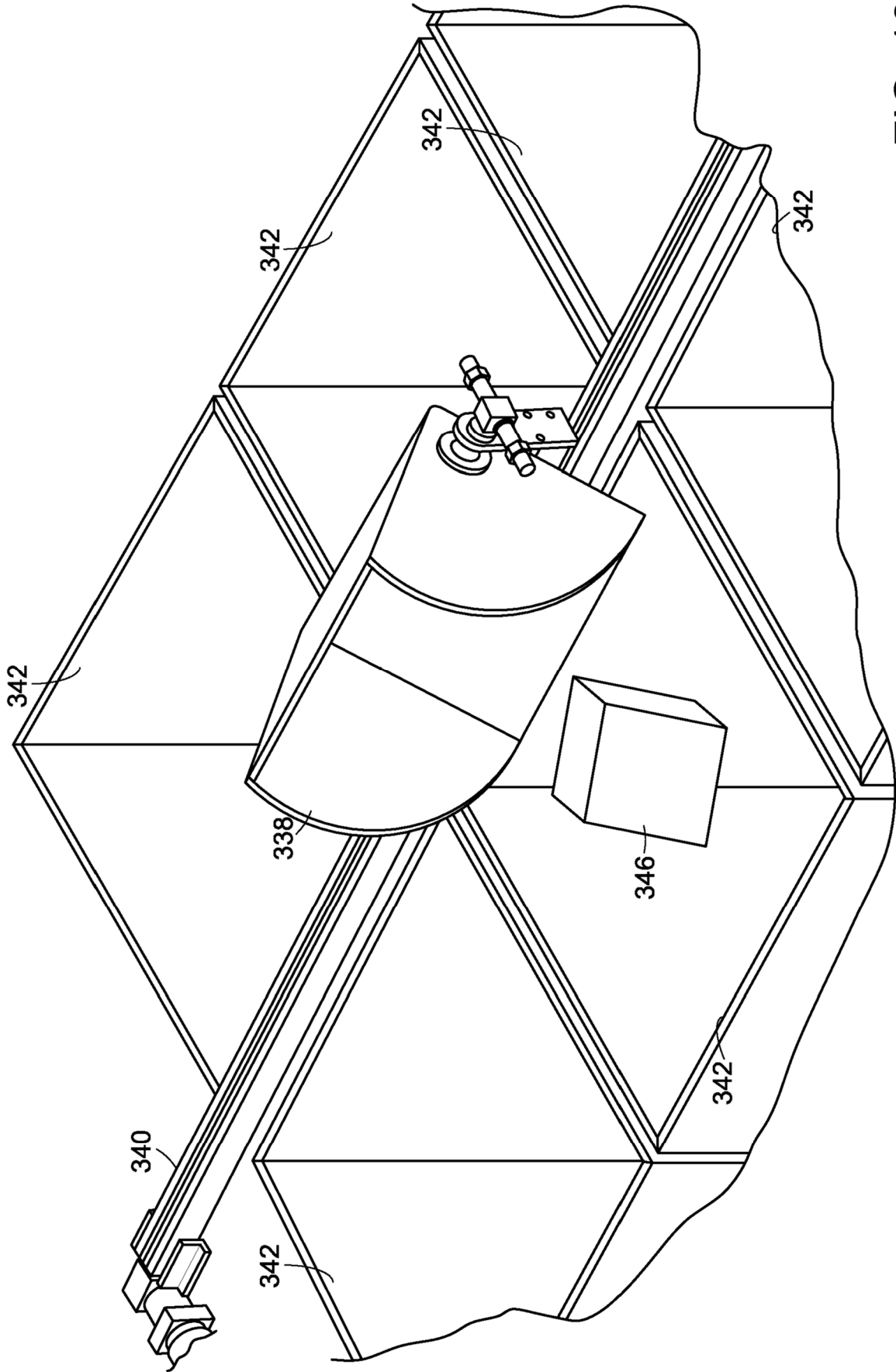


FIG. 19C

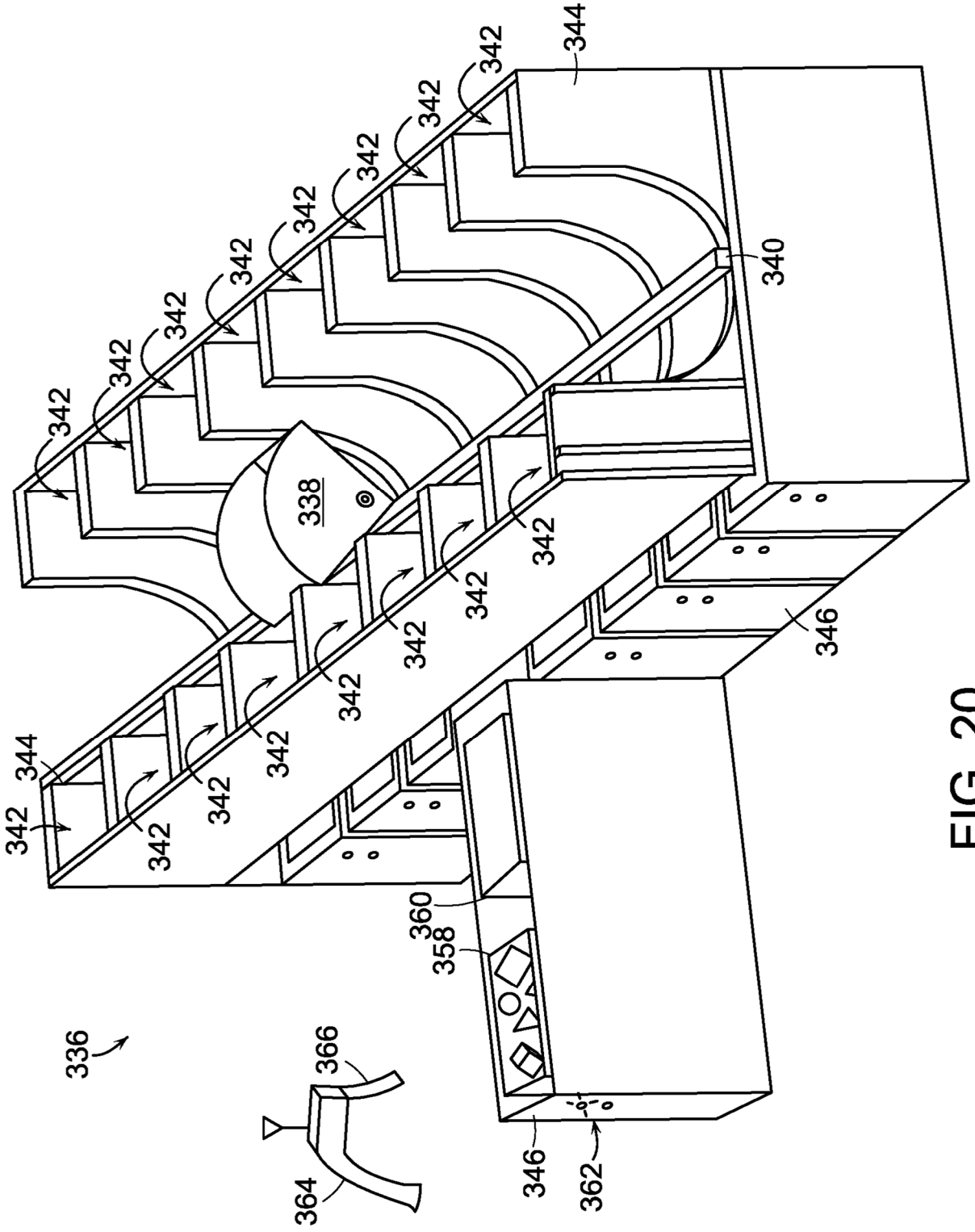


FIG. 20

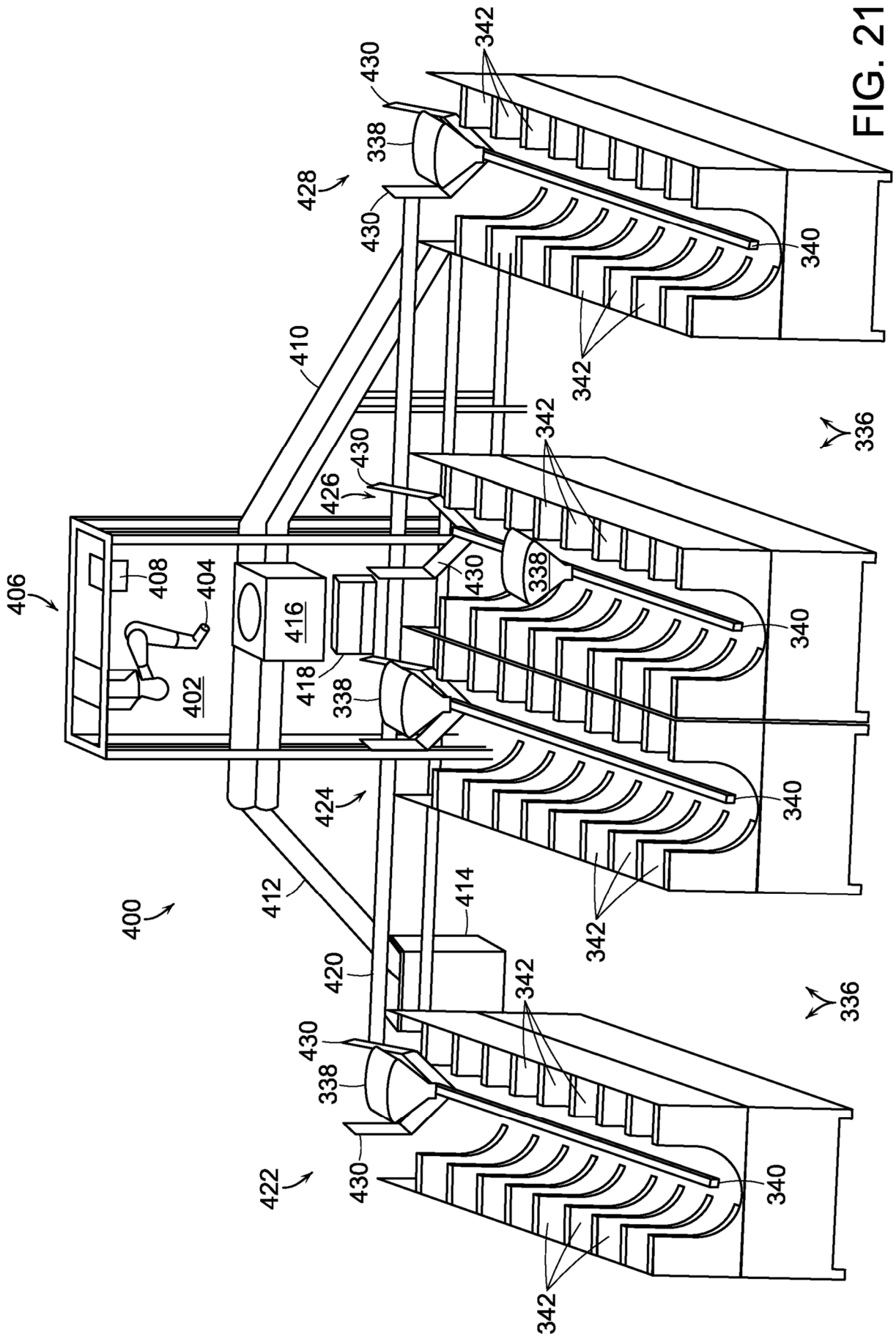


FIG. 21

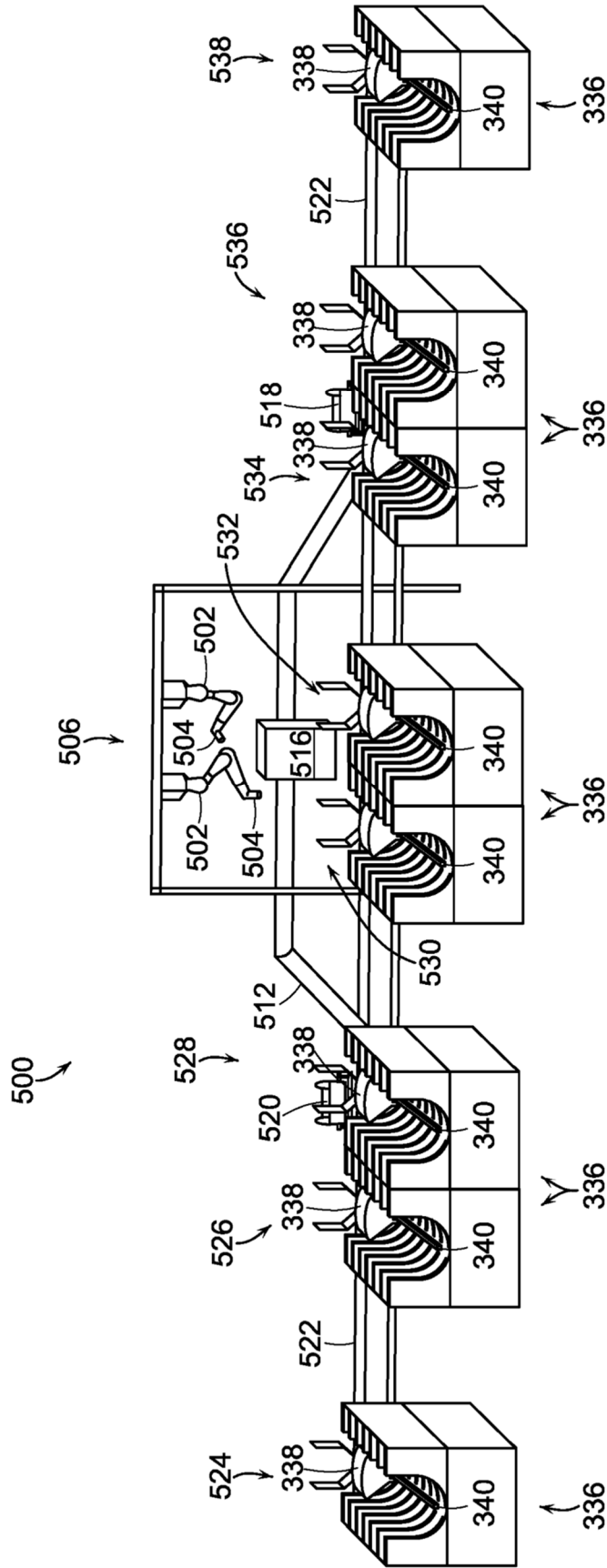


FIG. 22