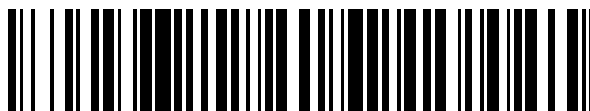


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 742 283**

51 Int. Cl.:

B60K 1/04 (2009.01)
B60L 11/18 (2006.01)
B60L 8/00 (2006.01)
B60K 1/00 (2006.01)
G01N 35/04 (2006.01)
B61C 3/02 (2006.01)
B61B 13/00 (2006.01)
B61C 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.02.2013** **PCT/US2013/024346**
87 Fecha y número de publicación internacional: **08.08.2013** **WO13116651**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.02.2013** **E 13743505 (3)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.05.2019** **EP 2810185**

54 Título: **Fuente de energía para un mecanismo de sistema de automatización**

30 Prioridad:

03.02.2012 US 201261594479 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.02.2020

73 Titular/es:

SIEMENS HEALTHCARE DIAGNOSTICS INC.
(100.0%)
511 Benedict Avenue
Tarrytown, NY 10591, US

72 Inventor/es:

YAGCI, BARIS;
MELLARS, COLIN y
POLLACK, BENJAMIN, SAMUEL

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 742 283 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

Fuente de energía para un mecanismo de sistema de automatización

Campo de la tecnología

- 5 La presente invención se relaciona en general con un sistema de automatización para uso en un entorno de laboratorio y, más particularmente, con sistemas y métodos para transportar muestras de pacientes para diagnósticos in vitro en un analizador clínico a través de dispositivos de transporte activo. Las realizaciones de la presente invención son particularmente adecuadas, pero de ninguna manera limitadas, a fuentes de energía para portadores autopropulsados independientes para mover muestras de pacientes en un sistema de automatización de diagnóstico in vitro.

Antecedentes

- 10 Los diagnósticos in vitro (IVD) permiten a los laboratorios ayudar en el diagnóstico de la enfermedad con base en los análisis realizados en muestras de fluidos de pacientes. Los IVD incluyen diversos tipos de pruebas analíticas y ensayos relacionados con el diagnóstico y la terapia del paciente que se pueden realizar mediante el análisis de una muestra líquida tomada de los fluidos corporales de un paciente, o abscesos. Estos ensayos se realizan normalmente con analizadores de química clínica automatizados (analizadores) en los cuales se han cargado contenedores de
- 15 líquidos, tales como tubos o viales que contienen muestras de pacientes. El analizador extrae una muestra líquida del vial y combina la muestra con diversos reactivos en cubetas o tubos de reacción especiales (denominados en general como recipientes de reacción). En algunos sistemas convencionales, se utiliza un enfoque modular para los analizadores. Un sistema de automatización de laboratorio puede transportar muestras entre un módulo de procesamiento de muestras (módulo) y otro módulo. Los módulos pueden incluir una o más estaciones, incluidas las
- 20 estaciones de manejo de muestras y estaciones de prueba (por ejemplo, una unidad que puede especializarse en ciertos tipos de ensayos o puede por el contrario proporcionar servicios de prueba al analizador más grande), los cuales pueden incluir estaciones de inmunoensayo (IA) y química clínica (CC). Algunos sistemas tradicionales de pista de automatización IVD comprenden sistemas diseñados para transportar muestras de un módulo totalmente independiente a otro módulo independiente. Esto permite que diferentes tipos de pruebas se especialicen en dos
- 25 estaciones diferentes o que se conecten dos estaciones redundantes para aumentar el volumen de rendimiento de muestra disponible. Estos sistemas de automatización de laboratorio, sin embargo, a menudo son cuellos de botella en los analizadores de múltiples estaciones. Hablando relativamente, los sistemas tradicionales de automatización de laboratorio carecen de grandes grados de inteligencia o autonomía para permitir que las muestras se muevan independientemente entre las estaciones.
- 30 En un sistema de ejemplo de la técnica anterior, una pista de fricción, muy parecida a una cinta transportadora, transporta mecanismos de portadores individuales, a veces llamados discos, o parrillas de contenedores entre diferentes estaciones. Las muestras pueden almacenarse en recipientes de muestra, tales como tubos de ensayo colocados en un disco por un operador o brazo robot para el transporte entre estaciones en un analizador a lo largo de la pista. Sin embargo, esta pista de fricción solo puede moverse en una dirección a la vez y cualquier muestra en
- 35 la pista se moverá en la misma dirección a la misma velocidad. Cuando una muestra necesita salir de la pista de fricción, la compartimentación/conmutación se puede usar para mover discos individuales a caminos separados. Un inconveniente de esta configuración es que debe usarse la singulación para controlar la dirección de cualquier disco en cada compuerta e interruptor. Por ejemplo, si dos discos están cerca uno del otro y solo un disco debe ser redirigido a un camino separado, se hace difícil controlar un interruptor para que solo se mueva un disco en el camino de descarga y se asegure de que se tira del disco adecuado de la pista de fricción. Esto ha creado la necesidad en
- 40 diversos sistemas de la técnica anterior de que los discos se detengan en una compuerta, de modo que los discos individuales se puedan liberar y cambiar uno por uno en cada punto de decisión en una pista.
- Se conoce otro sistema de ejemplo de la técnica anterior a partir del documento de los Estados Unidos US 2005/0271555 A1, que divulga un portador independiente para uso en el transporte de una carga útil en un sistema de diagnóstico in vitro (así como un analizador para uso con diagnósticos in vitro), el portador que comprende una
- 45 fuente de energía a bordo, un sistema eléctrico a bordo conectado eléctricamente a la fuente de energía a bordo para controlar el movimiento del portador y un sistema de propulsión externo conectado eléctricamente al sistema eléctrico a bordo para recibir un comando para controlar el movimiento del portador.

- 50 Lo que se necesita son portadores independientes capaces de movimiento autónomo para mover muestras en aplicaciones de diagnóstico in vitro. Lo que también se necesita es una fuente de energía confiable para dichos mecanismos portadores independientes.

Resumen

- 55 La invención se define por las características técnicas o las etapas del método definidas en las reivindicaciones 1 y 9 independientes del producto o la reivindicación 13 independiente del método. Las características adicionales de la invención se divulgan en las reivindicaciones dependientes.

Las realizaciones de la presente invención pueden abordar y superar uno o más de los inconvenientes y desventajas anteriores al proporcionar dispositivos y aparatos, sistemas y métodos para proporcionar una fuente de energía para

alimentar portadores autopropulsados independientes capaces de movimiento autónomo para el transporte de muestras en un sistema de automatización.

De acuerdo con una realización de la presente invención, se proporciona un portador independiente para uso en el transporte autónomo de una carga útil en un sistema de diagnóstico in vitro. En una realización, el portador comprende: una fuente de energía a bordo; un sistema eléctrico a bordo conectado eléctricamente a la fuente de energía a bordo para controlar el movimiento del portador; y un sistema de propulsión a bordo conectado eléctricamente a la fuente de energía a bordo para impulsar el portador, y conectado eléctricamente al sistema eléctrico a bordo para recibir un comando para controlar el movimiento del portador.

De acuerdo con una realización de la invención, la fuente de energía a bordo del portador comprende una fuente de energía de batería reemplazable.

De acuerdo con otra realización de la invención, la fuente de energía a bordo del portador comprende una fuente de energía de batería recargable. En algunas realizaciones, la fuente de energía de batería recargable puede comprender además: uno o más electrodos conectados eléctricamente a la fuente de energía de batería recargable, uno o más electrodos que se extienden a partir del portador para hacer contacto eléctrico con un elemento de carga. El elemento de carga puede incluir uno de: un componente de carga en una pista sobre la cual se desplaza el portador; un riel de carga a lo largo de la pista; o una estación de carga.

De acuerdo con otra realización de la invención, la fuente de energía a bordo del portador comprende una fuente de energía de carga por batería de inducción. En algunas realizaciones, la fuente de energía de carga de la batería de inducción puede comprender además: una bobina de inducción secundaria a bordo del portador, muy cerca de una bobina de inducción primaria externa al portador. La bobina de inducción secundaria puede recoger la electricidad inducida de la bobina de inducción primaria en uno de: a lo largo de toda la pista; a lo largo de seleccionar secciones de pista; en una estación de carga.

De acuerdo con otra realización de la invención, la fuente de energía a bordo del portador comprende una fuente de energía fotovoltaica. En algunas realizaciones, la fuente de energía fotovoltaica puede comprender además: uno o más paneles fotovoltaicos a bordo del portador posicionados para enfrentar una fuente de luz para absorber la energía fotovoltaica irradiada a partir de la fuente de luz. El uno o más paneles fotovoltaicos pueden comprender un material fotovoltaico que convierte la radiación de energía fotovoltaica recibida de la fuente de luz en energía eléctrica. De acuerdo con un aspecto de la invención, la fuente de luz está situada a lo largo de un lado de una pista sobre la cual se desplaza el portador. La fuente de luz de la pista puede estar orientada hacia adentro hacia el centro de la pista, hacia donde se ubican los paneles fotovoltaicos a bordo en un lado del portador en el lado que mira hacia la fuente de luz.

De acuerdo con un aspecto de algunas realizaciones, el portador comprende además un compartimento de batería a prueba de agua.

De acuerdo con otra realización de la presente invención, un analizador para uso con diagnósticos in vitro incluye una pista configurada para proporcionar uno o más caminos y una pluralidad de portadores configurados para viajar a lo largo de la pista. Los portadores incluyen una fuente de energía a bordo, un sistema eléctrico a bordo conectado eléctricamente a la fuente de energía a bordo para controlar el movimiento de uno o más portadores, y un sistema de propulsión a bordo conectado eléctricamente a la fuente de energía a bordo para impulsar el uno o más portadores y eléctricamente, conectado al sistema eléctrico a bordo para recibir un comando para controlar el movimiento de uno o más portadores a lo largo de la pista.

De acuerdo con un aspecto de algunas realizaciones, los portadores incluyen al menos un mecanismo de acoplamiento de la pista configurado para acoplar la pista y mover el portador a lo largo de la pista y el sistema de propulsión a bordo comprende al menos un dispositivo de activación configurado para recibir comandos a partir del sistema eléctrico a bordo para controlar el movimiento del portador. De acuerdo con otro aspecto de algunas realizaciones, el analizador comprende además una pluralidad de bobinas electromagnéticas en al menos una de las pistas y uno o más portadores y una pluralidad de imanes en al menos una de las otras pistas y una o más portadores. El sistema de propulsión a bordo se puede configurar para controlar la pluralidad de bobinas electromagnéticas y la pluralidad de imanes para impulsar uno o más portadores a lo largo de la pista.

De acuerdo con otro aspecto de algunas realizaciones, la fuente de energía a bordo puede incluir una fuente de energía de batería reemplazable, una fuente de energía de batería recargable, una fuente de energía de carga de batería por inducción, o una fuente de energía fotovoltaica.

De acuerdo con otra realización de la presente invención, un método para controlar el movimiento de un portador independiente en un sistema de diagnóstico in vitro incluye usar uno o más portadores independientes para transportar una o más cargas útiles en una pista. Cada uno de los uno o más portadores independientes incluye una fuente de energía a bordo, un sistema eléctrico a bordo conectado eléctricamente a la fuente de energía a bordo, y un sistema de propulsión a bordo conectado eléctricamente al sistema eléctrico a bordo. El método incluye además recibir, en el sistema eléctrico, energía de la fuente de energía a bordo, recibir, en el sistema de propulsión a bordo, un comando

del sistema eléctrico para controlar el movimiento de uno o más portadores, y controlar el movimiento de uno o más portadores a lo largo de la pista utilizando el sistema de propulsión a bordo.

Esta tecnología es particularmente adecuada para, pero de ninguna manera se limita a, el uso con analizadores clínicos para realizar diagnósticos in vitro (IVD).

- 5 Las características y ventajas adicionales de la invención se harán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de las realizaciones ilustrativas que proceden con referencia a los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

- 10 Los aspectos anteriores y otros de la presente invención se entienden mejor a partir de la siguiente descripción detallada cuando se lee en relación con los dibujos que se acompañan. Con el fin de ilustrar la invención, se muestran en los dibujos realizaciones que se prefieren actualmente, se entiende, sin embargo, que la invención no está limitada a los instrumentos específicos divulgados. En los dibujos se incluyen las siguientes figuras:

La Figura 1 es una vista superior de una geometría del analizador clínico de ejemplo que puede mejorarse mediante el uso de las realizaciones del sistema de automatización divulgadas;

- 15 Las Figuras 2A y 2B son vistas esquemáticas de geometrías de pista que se pueden usar con las realizaciones del sistema de automatización divulgadas en este documento;

La Figura 3 es una vista esquemática de una configuración de pista modular de ejemplo que puede usarse con las realizaciones divulgadas en este documento;

La Figura 4A es una vista en perspectiva de un portador de ejemplo que se puede usar con las realizaciones divulgadas en este documento;

- 20 La Figura 4B es una vista en perspectiva de una configuración de pista de ejemplo que se puede usar con las realizaciones divulgadas en este documento;

La Figura 4C es una vista superior de un portador del sistema de automatización de ejemplo que puede usarse con las realizaciones divulgadas en este documento;

- 25 La Figura 5 es un diagrama de bloques de los sistemas de control que incluyen portadores activos a bordo que pueden usarse con ciertas realizaciones divulgadas en este documento;

La Figura 6 es una vista esquemática de un camino de ejemplo en una configuración de pista de ejemplo que se puede usar para la navegación de portadores en ciertas realizaciones;

La Figura 7 muestra una realización de ejemplo de un portador autopropulsado que tiene una fuente de energía de batería reemplazable;

- 30 La Figura 8 muestra una realización de ejemplo de un portador autopropulsado que tiene una fuente de energía de batería recargable;

La Figura 9 muestra una realización de ejemplo de un portador autopropulsado que tiene una fuente de energía de carga de batería de inducción;

- 35 La Figura 10 muestra una realización de ejemplo de un portador autopropulsado que tiene una fuente de energía fotovoltaica;

La Figura 11 muestra una realización de ejemplo de un portador autopropulsado que tiene una fuente de energía de efecto Peltier; y

La Figura 12 muestra una realización de ejemplo de un portador autopropulsado que tiene una fuente de energía de motor de combustión externa.

- 40 Descripción detallada de realizaciones ilustrativas

Términos y conceptos asociados con algunas realizaciones

- 45 Analizador: Los analizadores clínicos automatizados ("analizadores") incluyen analizadores de química clínica, analizadores de inmunoensayo automatizados o cualquier otro tipo de analizadores de prueba de diagnóstico in vitro (IVD). En general, un analizador realiza una serie de pruebas automatizadas de IVD en una pluralidad de muestras de pacientes. Las muestras de pacientes pueden cargarse en un analizador (manualmente o mediante un sistema de automatización), el cual puede entonces realizar uno o más inmunoensayos, pruebas de química u otras pruebas observables en cada muestra. El término analizador puede referirse, pero no se limita a, un analizador que está configurado como un sistema analítico modular. Un sistema analítico modular incluye un sistema integrado y extensible que comprende cualquier combinación de una pluralidad de módulos (los cuales pueden incluir el mismo tipo de
- 50 módulo o diferentes tipos de módulos) interconectados en una configuración geométrica lineal u otra por una superficie

de automatización, tal como una pista de automatización. En algunas realizaciones, la pista de automatización puede configurarse como un sistema de transporte integral en el cual se utilizan portadores independientes para mover muestras de pacientes y otros tipos de material entre los módulos. En general, al menos un módulo en un sistema analítico modular es un módulo analizador. Los módulos pueden ser especializados o redundantes para permitir un mayor rendimiento de tareas analíticas en muestras de pacientes.

Módulo analizador: Un módulo analizador es un módulo dentro de un analizador modular que está configurado para realizar pruebas de IVD, tales como inmunoensayos, pruebas de química u otras pruebas observables en muestras de pacientes. Normalmente, un módulo analizador extrae una muestra líquida de un recipiente de muestra y combina la muestra con reactivos en cubetas o tubos de reacción (a los que en general se hace referencia como recipientes de reacción). Las pruebas disponibles en un módulo analizador pueden incluir, pero no se limitan a, un subconjunto de electrolitos, función renal o hepática, metabólica, cardíaca, mineral, trastorno sanguíneo, fármaco, inmunoensayo u otras pruebas. En algunos sistemas, los módulos analizadores pueden ser especializados o redundantes para permitir un mayor rendimiento. Las funciones de un módulo analizador también pueden ser realizadas por analizadores independientes que no utilizan un enfoque modular.

Portador: Un portador es una unidad de transporte que se puede usar para mover recipientes de muestras (y, por extensión, muestras de fluidos) u otros elementos en un sistema de automatización. En algunas realizaciones, los portadores pueden ser simples, como los discos de automatización tradicionales (por ejemplo, dispositivos pasivos que comprenden un soporte para acoplar un tubo o artículo, una superficie de fricción para permitir que una cinta transportadora externa en la pista de automatización proporcione fuerza motriz y una pluralidad de lados que permiten que el disco sea guiado por paredes o rieles en la pista de automatización para permitir que la pista dirija un disco hasta su destino). En algunas realizaciones, los portadores pueden incluir componentes activos, tales como procesadores, sistemas de movimiento, sistemas de guía, sensores y similares. En algunas realizaciones, los portadores pueden incluir inteligencia a bordo que permite que los portadores sean guiados automáticamente entre puntos en un sistema de automatización. En algunas realizaciones, los portadores pueden incluir componentes a bordo que proporcionan fuerzas motrices a la vez que, en otras, las fuerzas motrices pueden proporcionarse mediante una superficie de automatización, tal como una pista. En algunas realizaciones, los portadores se mueven a lo largo de pistas de automatización que restringen el movimiento a una sola dirección (por ejemplo, hacia adelante y hacia atrás) entre los puntos de decisión. Los portadores pueden estar especializados para una carga útil dada en un entorno IVD, como tener un soporte de tubo para acoplar y transportar un tubo de muestra, o pueden incluir superficies de montaje adecuadas para transportar diferentes elementos alrededor de un sistema de automatización. Los portadores pueden configurarse para incluir una o más ranuras (por ejemplo, un portador puede contener uno o una pluralidad de recipientes de muestra).

Controlador o procesador central: Un controlador/procesador central (el cual a veces se puede denominar un programador central) es un procesador que forma parte del sistema de automatización, separado de cualquiera de los procesadores a bordo de los portadores. Un controlador central puede facilitar la dirección del tráfico, la programación y la administración de tareas para los portadores. En algunas realizaciones, un controlador central puede comunicarse con subsistemas en el sistema de automatización y comunicarse de manera inalámbrica con los portadores. Esto también puede incluir el envío de información sobre la trayectoria o la navegación, o instrucciones a los portadores, y determinar qué portadores deben ir a dónde y cuándo. En algunas realizaciones, los procesadores locales pueden ser responsables de administrar los portadores en las secciones de pista local, tal como la administración de colas locales. Estos procesadores locales pueden actuar como equivalentes locales a los controladores centrales.

Punto de decisión: Los puntos de decisión son puntos en una pista de automatización donde se pueden tomar diferentes decisiones de navegación o trayectoria para diferentes portadores. Un ejemplo común incluye una bifurcación en una pista. Un portador puede proceder sin girar, a la vez que otro puede disminuir la velocidad y girar. Los puntos de decisión pueden incluir puntos de parada en los instrumentos, donde algunos portadores pueden detenerse, a la vez que otros pueden continuar. En algunas realizaciones, las zonas de desaceleración antes de los giros pueden actuar como puntos de decisión, permitiendo que los portadores que giran disminuyan la velocidad para limitar las fuerzas laterales, a la vez que otros pueden avanzar si no giran o si el perfil de movimiento para ese portador no requiere desaceleración. Las decisiones tomadas en los puntos de decisión pueden ser tomadas por los procesadores a bordo de portadores, los procesadores locales a la sección de la pista, un procesador central o cualquier combinación de los mismos, de acuerdo con la realización.

Portador independiente: En algunas realizaciones, los portadores pueden caracterizarse como portadores controlados independientemente. Los portadores controlados independientemente son portadores con trayectorias controladas independientemente. En algunas realizaciones, los portadores independientes pueden operar al mismo tiempo, en la misma pista, con portadores que llevan una o una pluralidad de combinaciones de cargas útiles que difieren en tamaño, peso, factor de forma y/o contenido. Las trayectorias de cada portador controlado independientemente pueden estar limitadas por un perfil de movimiento que incluye; sacudida máxima, aceleración, dirección y/o velocidad para el portador a la vez que se mueve en el sistema de automatización. El perfil de movimiento puede limitar o definir la trayectoria de cada portador de forma independiente. En algunas realizaciones, un perfil de movimiento puede ser diferente para diferentes secciones del sistema de automatización (por ejemplo, en secciones de pista recta con respecto a curvas alrededor de las fuerzas laterales agregadas al girar), para diferentes estados del portador (por ejemplo, un portador vacío puede tener un perfil de movimiento diferente de un portador que transporta una muestra

o de un portador que transporta un reactivo u otro elemento), y/o para portadores diferentes. En algunas realizaciones, los portadores pueden incluir componentes de propulsión a bordo que permiten que los portadores individuales operen de manera independiente en respuesta a un perfil de movimiento o trayectoria o instrucciones de destino destinadas a cada portador por separado.

5 Portador inteligente/portadores semiautónomos: en algunas realizaciones, los portadores pueden caracterizarse como portadores inteligentes. Un portador inteligente es un portador con circuitos integrados que participa en las decisiones de movimiento, enrutamiento o trayectoria. Un portador inteligente puede incluir procesadores digitales que ejecutan instrucciones de software para avanzar a lo largo de una superficie de automatización que responde a las instrucciones o circuitos analógicos integrados que responden a la entrada de movimiento (por ejemplo, circuitos de seguimiento de línea). Las instrucciones pueden incluir instrucciones que caracterizan los perfiles de movimiento, el tráfico o las reglas de trayectoria. Algunos portadores inteligentes también pueden incluir sensores a bordo para ayudar a los procesadores a bordo a enrutar el portador o tomar decisiones que respondan al entorno del portador. Algunos portadores inteligentes pueden incluir componentes integrados, tales como motores o imanes, que permiten que el portador se mueva en respuesta al control de un procesador integrado.

15 Diagnóstico in vitro (IVD): Los diagnósticos in vitro (IVD) son pruebas que pueden detectar enfermedades, afecciones, infecciones, marcadores metabólicos o cuantificar diversos constituyentes de materiales/fluidos corporales. Estas pruebas se realizan en un laboratorio, hospital, consultorio médico u otros entornos de profesionales de la salud, fuera del cuerpo de un paciente. La prueba de IVD en general utiliza dispositivos médicos destinados a realizar diagnósticos a partir de pruebas en un tubo de ensayo u otro recipiente de muestra o, más en general, en un ambiente controlado fuera de un organismo vivo. Los IVD incluyen la prueba y el diagnóstico de la enfermedad o la cuantificación de diversos constituyentes de materiales/fluidos corporales con base en los análisis realizados en muestras de fluidos del paciente. Los IVD incluyen diversos tipos de pruebas analíticas y ensayos relacionados con el diagnóstico y la terapia del paciente que se pueden realizar mediante el análisis de una muestra líquida tomada de los fluidos corporales de un paciente o abscesos. Estos ensayos se realizan típicamente con analizadores en los cuales se han cargado tubos o viales que contienen muestras de pacientes. Los IVD pueden referirse a cualquier subconjunto de la funcionalidad IVD descrita en este documento.

Puntos de referencia: En las realizaciones en donde los portadores incluyen sensores a bordo, marcas ópticas u otras en las superficies de las pistas o ubicaciones visibles/sensibles a partir de las superficies de las pistas pueden actuar como puntos de referencia. Los puntos de referencia pueden transmitir información geográfica a los portadores, tal como la ubicación actual, la ubicación de parada próxima, el punto de decisión, el giro, los puntos de aceleración/desaceleración y similares.

Sistema de automatización de laboratorio: Los sistemas de automatización de laboratorio incluyen cualquier sistema que pueda automáticamente (por ejemplo, a petición de un operador o software) trasladar recipientes de muestra u otros elementos dentro de un entorno de laboratorio. Con respecto a los analizadores, un sistema de automatización puede mover automáticamente los recipientes u otros artículos a, a partir de, entre, o entre estaciones en un analizador. Estas estaciones pueden incluir, pero no están limitadas a, estaciones de prueba modulares (por ejemplo, una unidad que puede especializarse en ciertos tipos de ensayos o que de otra manera pueden proporcionar servicios de prueba al analizador más grande), estaciones de manejo de muestras, estaciones de almacenamiento o celdas de trabajo.

40 Módulo: Un módulo realiza tarea(s) o función(es) específica(s) dentro de un sistema analítico modular. Los ejemplos de módulos pueden incluir: un módulo pre-analítico, el cual prepara una muestra para pruebas analíticas, (por ejemplo, un módulo de destapado, el cual quita una tapa en la parte superior de un tubo de ensayo de muestras); un módulo analizador, el cual extrae una parte de una muestra y realiza pruebas o ensayos; un módulo post-analítico, el cual prepara una muestra para el almacenamiento después de las pruebas analíticas (por ejemplo, un módulo de revestimiento, el cual sella un tubo de ensayo de muestras); o un módulo de manejo de muestras. La función de un módulo de manejo de muestras puede incluir el manejo de contenedores/recipientes de muestras con el fin de gestionar el inventario, clasificarlos, moverlos dentro o fuera de una pista de automatización (la cual puede incluir un sistema de transporte integral, mover contenedores/recipientes de muestras hacia o a partir de una pista de automatización de laboratorio separada, y el traslado de contenedores/recipientes de muestras dentro o fuera de bandejas, parillas, portadores, discos y/o ubicaciones de almacenamiento).

Carga útil: A la vez que los portadores de ejemplo se describen con respecto al transporte de muestras de pacientes, en algunas realizaciones, los portadores pueden usarse para transportar cualquier otra carga útil razonable a través de un sistema de automatización. Esto puede incluir fluidos, contenedores de fluidos, reactivos, desechos, artículos desechables, piezas o cualquier otra carga útil adecuada.

55 Procesador: Un procesador puede referirse a uno o más procesadores y/o software y circuitos de procesamiento relacionados. Esto puede incluir procesadores simples o multinúcleo, procesadores únicos o múltiples, sistemas integrados o arquitecturas de procesamiento distribuido, de acuerdo como corresponda, para implementar la función de procesamiento mencionada en cada realización.

60 Separable, coches laterales, caminos de ramificación: estos términos pueden usarse para referirse a secciones de pista que están fuera de la parte principal de un sistema de pista. Los separables o coches laterales pueden incluir

cuerdas, pistas paralelas u otros medios adecuados para separar a algunos portadores de un patrón de tráfico primario. Los separables o coches laterales pueden configurarse para facilitar las colas físicas o permitir que ciertos portadores se detengan o disminuyan la velocidad sin interrumpir el tráfico en una sección de la pista principal.

5 Muestras: Las muestras se refieren a fluidos u otras muestras tomadas de un paciente (humano o animal) y pueden incluir sangre, orina, hematocrito, líquido amniótico o cualquier otro líquido adecuado para realizar ensayos o pruebas. Las muestras pueden referirse a veces a los fluidos de calibración u otros fluidos utilizados para ayudar a un analizador a procesar otras muestras de pacientes.

10 Muestra de STAT (tiempo de respuesta corto): Las muestras pueden tener una prioridad diferente asignada por un sistema de información de laboratorio (LIS) u operador para asignar la prioridad de STAT a las muestras que deben tener prioridad sobre las muestras que no son de STAT en el analizador. Cuando se usa de manera juiciosa, esto puede permitir que ciertas muestras se muevan a través del proceso de prueba más rápido que otras muestras, lo que permite a los médicos u otros profesionales recibir los resultados de las pruebas rápidamente.

15 Estación: una estación incluye una parte de un módulo que realiza una tarea específica dentro de un módulo. Por ejemplo, la estación de tubos medidores asociada con un módulo analizador se puede usar para medir el fluido de muestra de contenedores/recipientes de muestras que son transportados por portadores en un sistema de transporte integrado o un sistema de automatización de laboratorio. Cada módulo puede incluir una o más estaciones que agregan funcionalidad a un módulo.

20 Estación/módulo: Una estación incluye una parte de un analizador que realiza una tarea específica dentro de un analizador. Por ejemplo, una estación de recubrimiento/destapado puede quitar y reemplazar las tapas de los recipientes de muestra; una estación de prueba puede extraer una parte de una muestra y realizar pruebas o ensayos; una estación de manipulación de muestras puede gestionar recipientes de muestras, moviéndolos dentro o fuera de una pista de automatización, y moviendo recipientes de muestras hacia o a partir de ubicaciones de almacenamiento o bandejas. Las estaciones pueden ser modulares, lo que permite agregar estaciones a un analizador más grande. Cada módulo puede incluir una o más estaciones que agregan funcionalidad a un analizador, el cual puede estar compuesto por uno o más módulos. En algunas realizaciones, los módulos pueden incluir partes de, o estar separados de, un sistema de automatización que puede enlazar una pluralidad de módulos y/o estaciones. Las estaciones pueden incluir uno o más instrumentos para realizar una tarea específica (por ejemplo, una probeta es un instrumento que se puede usar en una estación de inmunoensayo para interactuar con muestras en una pista de automatización). Excepto donde se indique lo contrario, los conceptos de módulo y estación pueden referirse indistintamente.

30 Tubos/recipientes de muestra/recipientes de fluido: Las muestras se pueden transportar en recipientes, tales como tubos de ensayo u otros recipientes adecuados, para permitir que los portadores transporten muestras sin contaminar las superficies del portador.

Realizaciones de ejemplo

35 Las realizaciones de la invención incluyen aparatos y métodos mejorados para el transporte fiable y/o automático de la carga útil, tales como muestras de pacientes y reactivos para combinar con las muestras de pacientes, entre estaciones/módulos de prueba dentro de un analizador clínico automatizado (analizador). Específicamente, las realizaciones de la presente invención resuelven el problema de los portadores pasivos a lo largo de una pista con base en la fricción al proporcionar un portador autopropulsado para mover las cargas útiles entre estaciones dentro de un analizador. Las realizaciones de la presente invención proporcionan opciones de transmisión y almacenamiento de energía para que un portador autónomo transporte material/muestras relacionadas con diagnósticos in vitro entre estaciones/módulos. Las opciones de almacenamiento y transmisión de energía del portador se pueden usar como parte de un sistema de automatización entre módulos de proceso o dentro de un solo módulo. Las realizaciones de la presente invención se pueden usar en lugar de, o para reemplazar, sistemas transportadores, sistemas de bandas con base en fricción, y similares.

45 Los sistemas de transporte de muestras en entornos de laboratorio con portadores autónomos necesitan fuentes de energía a bordo para alimentar su movimiento. En un sistema de transporte de automatización de muestras moderno, se desea que el portador se mueva libremente y no esté conectado por ejemplo, a un cable de alimentación. Una de las posibles aplicaciones de dicho portador es llevar tubos de muestra entre instrumentos de diagnóstico in vitro (IVD). Para aumentar la disponibilidad de los portadores para cumplir con su deber, la carga o el reabastecimiento de dichos portadores es una parte importante del diseño general.

50 El transporte de material entre instrumentos de diagnóstico in vitro se ha realizado utilizando pistas con base en fricción que llevan discos inactivos o pasivos. La idea de utilizar discos activos que se mueven por una pista pasiva es nueva en el campo del diagnóstico in vitro, por lo que el problema de restaurar la fuente de energía a bordo de un portador que mueve una muestra de fluido del paciente en un analizador clínico, por ejemplo, no existía antes en estos dispositivos en el segmento de negocios de diagnóstico in vitro. Las aplicaciones de diagnóstico in vitro utilizan portadores relativamente pequeños, los cuales presentan desafíos únicos que no se ven en el caso de operaciones de manejo de materiales a gran escala, como por ejemplo Kiva Systems, donde los portadores son lo suficientemente grandes para transportar baterías que pueden mantener la carga para que sean prácticos para sus aplicaciones.

La provisión de fuentes de energía a bordo para los portadores en un sistema de automatización permite un transporte más sostenible y confiable de las cargas útiles, tal como, por ejemplo, muestras de fluidos del paciente en un analizador clínico de diagnóstico in vitro (IVD). Estos portadores pueden transportar muestras sustancialmente más rápido que los métodos anteriores, lo que permite una programación confiable de las pruebas, una reducción del tráfico en el sistema de automatización y una latencia reducida y un rendimiento confiable de las pruebas dentro del analizador. Algunas realizaciones aprovechan la semiautonomía de los portadores de muestras para proporcionar tránsito entre estaciones en menos de un solo ciclo de operación, eliminando o reduciendo en gran medida la automatización de la colocación de muestras como un cuello de botella en el rendimiento, y permitiendo opciones de programación de muestras más flexibles.

Las realizaciones de la presente invención incluyen sistemas y métodos que proporcionan un sistema de automatización de laboratorio más eficiente para permitir el transporte de muestras entre diversas estaciones de prueba del analizador con menos latencia y un control más individual. Las realizaciones de la presente invención pueden reducir o eliminar las colas experimentadas por las muestras que atraviesan el sistema de automatización. Por lo general, las muestras deben someterse a diferentes tipos de pruebas en un analizador clínico automatizado (analizador), el cual puede no estar disponible en una sola estación de prueba. Las estaciones de prueba dentro de un analizador pueden adaptarse para pruebas especializadas. Por ejemplo, los inmunoensayos se pueden realizar en una estación de inmunoensayos que incluye ciertas capacidades de incubación y utiliza reactivos específicos que son exclusivos de los inmunoensayos. El análisis químico puede realizarse mediante un analizador clínico y el análisis químico de electrolitos puede realizarse mediante un analizador clínico de electrodo selectivo de iones (ISE). Al utilizar este enfoque modular, un analizador puede adaptarse no solo a los tipos de pruebas que se realizan en muestras, sino también a la frecuencia y el volumen de las pruebas necesarias para satisfacer las necesidades del laboratorio. Si se necesita capacidad adicional de inmunoensayo, un laboratorio puede optar por agregar estaciones de inmunoensayo adicionales y aumentar el rendimiento general de las pruebas de inmunoensayo en su sistema.

En la Figura 1 se muestra una geometría de pista de ejemplo, para uso en el transporte de muestras dentro de un analizador típico en configuraciones de la técnica anterior. Esta pista puede incluir pistas de fricción de la técnica anterior, las cuales pueden introducir problemas en el diseño de un sistema de pista. Sin embargo, ciertas realizaciones de la presente invención también podrían usar una geometría similar sin emplear necesariamente una pista de fricción para el movimiento. La pista 100 puede ser una pista en general de forma ovalada que transporta muestras en discos o bandejas entre diversas estaciones, tal como la preparación de muestras o las estaciones 110, 120 y 130 de análisis/prueba. La pista 100 podría ser de una sola dirección o, en algunos casos, una pista bidireccional lineal. En esta configuración de ejemplo, cada analizador 110, 120, 130 es atendido por un coche 112, 122, 132 lateral respectivo. En la unión entre la pista 100 y cada coche lateral, se puede colocar una puerta o interruptor que permite desviar las muestras hacia o a partir de la pista 100 hasta el coche lateral. La naturaleza ovalada de la pista 100 se puede utilizar para hacer circular muestras a la vez que esperan el acceso a cada analizador. Por ejemplo, el analizador 110 puede tener una cola completa en el coche 112 lateral, de modo que las nuevas muestras en la pista 100 no pueden desviarse al separable 112 hasta que el analizador 110 termina de manejar una muestra pendiente en el coche 112 lateral y la inserta nuevamente en el flujo de tráfico principal de la pista 100.

En algunos sistemas de la técnica anterior, se puede dar servicio a cada coche lateral mediante un mecanismo de manejo tal como los brazos 114, 124 y 134 de sonda de muestra. Estos brazos de manipulación robóticos pueden aspirar material de muestra de muestras en un coche lateral a través de una aguja de sonda, o pueden levantar un tubo de muestra del coche lateral y transportarlo a la estación de prueba correspondiente. En este sistema de ejemplo, las estaciones de prueba disponibles incluyen una estación 110 de inmunoensayo, una estación 120 de química de bajo volumen y una estación (o estaciones) 130 de dilución/electrolito ISE y de química de alto volumen. Algunas ventajas de este enfoque son que la pista 100 puede ser parte de un sistema de automatización de laboratorio independiente que puede agregarse a lo contrario a estaciones autocontenidas, y la pista 100 y las estaciones 110, 120 y 130 pueden actualizarse, comprarse o repararse de manera independiente. Algunas estaciones, tal como la estación 130 de química de alto volumen, pueden incluir su propia pista 136 de fricción que opera independientemente de la pista 100. La pista 136 de fricción puede incluir una pista de fricción bidireccional que permite que las muestras se muevan entre submódulos de la estación 130 de química de alto volumen. Un inconveniente de este tipo de sistema es que las pistas de fricción separadas funcionan de manera independiente y el control de la automatización general se vuelve más complicado. Además, las transiciones entre las pistas 136 y 100 de fricción pueden ser lentas y engorrosas, particularmente cuando no hay un camino directo entre dos pistas de fricción. En algunos sistemas, moverse entre pistas puede requerir levantar y colocar muestras a través de un brazo de robot.

Los sistemas de automatización de laboratorio de la técnica anterior para analizadores en general tratan analizadores /estaciones de prueba individuales como destinos genéricos para una muestra en la pista. En algunas realizaciones de la presente invención, el sistema de automatización de laboratorio puede estar integrado integrarse dentro de las estaciones de prueba individuales, lo cual puede reducir o eliminar sustancialmente la complejidad de las estaciones de prueba individuales y reducir la necesidad de sistemas separados de manejo de muestras dentro de cada estación. En algunas realizaciones, al integrar el sistema de automatización de laboratorio en las estaciones, el sistema puede comenzar a tratar estaciones individuales menos como destinos genéricos y más como porciones de una pista de múltiples caminos en los cuales puede viajar una muestra.

La Figura 2A muestra una realización de un sistema de pista que puede adaptarse para su uso con la presente invención. La pista 150 es una pista rectangular/ovalada/circular en la cual los portadores de muestras se mueven en el sentido horario (o en contrario al sentido horario). La pista 150 puede ser unidireccional o bidireccional. Los portadores pueden transportar cualquier carga útil adecuada dentro del entorno IVD, tal como muestras de fluidos, reactivos o desechos. Los fluidos, tales como las muestras de pacientes, se pueden colocar en un contenedor o recipiente, tal como un tubo de ensayo, vial, cubeta, etc. que se puede transportar un portador. Los portadores y, por extensión, las cargas útiles, tales como las muestras, pueden moverse en la pista 150 principal o desviarse a través de puntos de decisión tales como 164 o 166. Estos puntos de decisión pueden ser puertas mecánicas (como en la técnica anterior) u otros mecanismos adecuados para permitir una muestra que se desviará de la pista 150 principal a un coche lateral, tal como 160, 160A, 160B, 160C como se describe en este documento. A modo de ejemplo, si un portador de muestras atraviesa el camino 150 principal y llega al punto 166 de decisión, se puede hacer que continúe en el camino principal al segmento 162 o se puede hacer que se desvíe al coche 160 lateral. Los sistemas y métodos por los cuales se toma la decisión de desviar el portador de muestras en el punto 166 de decisión se describen en su totalidad.

La Figura 2B muestra un diseño de pista alternativo que puede ser adecuado para ciertas realizaciones de la presente invención. La pista 170 también es una pista en general circular con portadores de muestras que se mueven en el sentido horario (o contrario al sentido horario). En este ejemplo, en lugar de tener coches laterales fuera de la pista, los separables 180, 180A y 180B son cuerdas dentro de la pista. De manera similar, cuando los portadores de muestras alcanzan los puntos de decisión, pueden desviarse del camino principal a un camino lateral tal como el camino 180. En el punto 186 de decisión, se puede hacer una muestra en la pista 170 principal para continuar en la pista principal o ser desviada al camino 180. Una vez que la estación analizadora a lo largo del camino 180 de manejo termina de procesar la muestra, la muestra procede al punto 184 de decisión, donde puede volver a colocarse en el camino 170 principal.

La Figura 3 muestra un enfoque modular de la pista del sistema de automatización que puede usarse para ciertas realizaciones de la presente invención. En este ejemplo, las pistas pueden estar integradas en estaciones de analizador individuales, de manera que la pista se puede utilizar como parte del movimiento interno o del sistema de manejo de muestras de estaciones de laboratorio individuales. En la técnica anterior, es común tener múltiples tipos diferentes de sistemas de movimiento dentro de diferentes analizadores/estaciones de prueba. Por ejemplo, algunas estaciones pueden incluir pistas de fricción para trasladar discos o bandejas de tubos de muestra, y pueden incluir carruseles que contienen recipientes más pequeños, tales como cubetas y recipientes de reacción, en los cuales se pueden aspirar y dispensar porciones de la muestra. En algunas realizaciones, al integrar partes del sistema de pista en las estaciones del analizador, cada estación puede incluir su propia lógica de cola y puede simplificarse para eliminar sistemas de movimiento interno innecesarios.

Con respecto a la Figura 3, la pista 200 se puede dividir en componentes modulares que están integrados en los módulos analizadores. En esta pista de ejemplo, los módulos 205, 205A y 205B pueden combinarse entre sí y, opcionalmente, otros componentes 202 y 204 de pista modulares para formar una pista similar a la que se muestra en la Figura 2B. Por ejemplo, 205A puede ser un módulo que realiza la misma función que el inmunoensayo 110 (Figura 1), 205 puede ser un módulo que realiza la misma función que el módulo 120 de química de bajo volumen (Figura 1), y 205B puede ser un módulo que realiza pruebas de electrolitos ISE, como el módulo 130 (Figura 1). En este ejemplo, la pista exterior principal puede estar formada por segmentos 202, 204, 206, 206A, 206B, 208, 208A y 208B de pista. Dentro de los módulos 205, 205A y 205B analizadores, los caminos 210, 210A y 210B internos forman conexiones a partir de la pista principal. Los caminos internos se pueden usar para la cola interna y se pueden administrar de forma independiente dentro de cada módulo analizador para permitir que cada módulo tenga un mayor control sobre las muestras que se procesarán.

Una de las ventajas de integrar la pista 200 y los sub-caminos 210, 210A y 210B en los módulos 205, 205A y 205B analizadores, respectivamente, es que los mecanismos de manejo internos dentro de cada módulo analizador pueden adaptarse especialmente para coordinar mejor con los sub-caminos de la pista. En algunas realizaciones, los módulos 205, 205A y 205B pueden adaptarse para procesar cada muestra dentro de un período que es menor que un ciclo de operación del analizador general, dejando tiempo suficiente para que la muestra se dirija a lo largo del sistema de pista a otro módulo después del procesamiento, permitiendo que el otro módulo procese inmediatamente la muestra en el siguiente ciclo de operación. Como se usa en este documento, un ciclo de operación es una unidad de tiempo utilizada por los algoritmos de programación para asignar el tiempo de procesamiento a los módulos para los análisis de muestra. Estos pueden ser dinámicos o fijos y pueden permitir el funcionamiento sincrónico de los módulos en el analizador y proporcionar un patrón de tiempo confiable para programar muestras entre múltiples módulos en el analizador. El tiempo del ciclo de operación se puede elegir para que sea el tiempo que necesite cualquier módulo dado entre cuando comienza a procesar una primera muestra y cuando está listo para procesar otra muestra en condiciones de estado estable esperadas. Por ejemplo, si un analizador puede procesar una prueba cada tres segundos, y las pruebas promedio esperadas por muestra son siete, el tiempo del ciclo de operación puede ser de 21 segundos. Debe entenderse que los módulos individuales pueden implementar técnicas de eficiencia, tales como el paralelismo o el procesamiento de múltiples muestras dentro de un ciclo, para maximizar el rendimiento, incluso cuando el número de pruebas por muestra varía de una cantidad esperada. Además, debe entenderse que en algunas realizaciones, los módulos individuales tienen diferentes tiempos de ciclo de operación, y estos módulos pueden operar

de manera sustancialmente asíncrona entre sí. Se pueden usar colas virtuales o tampones para ayudar en el manejo de la programación de muestras donde los tiempos de ciclo o la demanda varían entre los módulos.

La habilitación del tránsito entre módulos en el analizador en un marco de tiempo confiable, en el orden de un solo ciclo de operación o menos, logra diversas ventajas de rendimiento que no son posibles con los sistemas de pista de la técnica anterior. Si un módulo analizador puede manejar de manera confiable una muestra y transportarla al siguiente módulo analizador dentro de un solo ciclo del analizador, el manejo del tráfico en la cola se vuelve mucho más simple, el rendimiento se vuelve más consistente y se puede controlar y reducir la latencia. Esencialmente, en un analizador de este tipo, una muestra puede ser manejada de manera confiable por el sistema de pista y procesada de manera uniforme, de modo que una muestra no se sienta en el sistema de pista esperando en colas. Además, las colas dentro del sistema, tales como las colas dentro de un módulo analizador dado, pueden acortarse de manera confiable, limitada por la cantidad de módulos dentro del sistema.

En algunas realizaciones de la presente invención, la naturaleza confiable y rápida del sistema de pista permite que las colas sean virtuales, en lugar de físicas. Una cola virtual puede manejarse en software, en lugar de por limitaciones físicas. Tradicionalmente, las colas han sido físicas. La cola física más simple es efectivamente un atasco de tráfico en cualquier parte dada de una operación de manejo de muestras. Un cuello de botella crea una cola de primero en entrar, primero en salir (FIFO), donde los portadores de muestras se detienen efectivamente en una línea, proporcionando un tampón para que un analizador o un punto de decisión pueda solicitar la siguiente muestra en la cola cuando esté listo. La mayoría de las pistas de automatización de laboratorio de la técnica anterior mantienen colas de procesamiento FIFO para taponar muestras que están en espera de ser procesadas por los módulos adjuntos (analizadores o dispositivos pre/post analíticos). Estos tampones permiten que la pista procese los tubos de muestra a una velocidad constante, incluso cuando los módulos o las solicitudes del operador pueden crear ráfagas de demanda. Las colas FIFO también pueden aumentar sustancialmente el rendimiento de los módulos individuales al permitirles realizar tareas de pre-procesamiento para futuras muestras, por ejemplo, preparar una cubeta o reactivo de aspiración, a la vez que se procesa la muestra actual. A la vez que la previsibilidad rígida de las colas FIFO permite la paralelización de algunas tareas de procesamiento, también puede impedir que los módulos utilicen la programación oportunista que puede aumentar el rendimiento al reordenar las pruebas en muestras para optimizar los recursos. Por ejemplo, los conflictos de recursos internos de la mayoría de los analizadores de inmunoensayo pueden ser tan complejos que los analizadores necesitan intercalar las pruebas de múltiples muestras con el fin de alcanzar la máxima eficiencia. Una cola FIFO puede reducir el rendimiento de estos analizadores hasta en un 20%. Otro desafío con las colas FIFO es su incapacidad para manejar muestras prioritarias (por ejemplo, una muestra STAT). Si una muestra STAT debe procesarse de inmediato, la cola FIFO completa debe volverse a la pista principal, retrasando todas las demás muestras en la pista y obligando al módulo original a reconstruir lentamente su cola.

Otro tipo de cola es una cola de acceso aleatorio (RA). Un carrusel es un ejemplo de una cola de RA física que se encuentra en los módulos del analizador. Alicuotando una porción de una muestra en uno o más recipientes en un anillo de carrusel, un módulo analizador puede seleccionar cualquiera de un número de muestras para procesar en cualquier momento dentro del analizador. Sin embargo, los carruseles tienen diversos inconvenientes, que incluyen complejidad, tamaño y coste adicionales. Un carrusel también aumenta el tiempo de procesamiento constante, debido a que una muestra debe transferirse dentro y fuera de la cola de acceso aleatorio. Los retrasos en el procesamiento dependen de la implementación, tal como el número de posiciones en un carrusel. Por otro lado, al tener acceso aleatorio a las muestras, un mecanismo de programación local dentro de un módulo puede procesar muestras en paralelo, realizando sub-etapas en el orden que desee.

En algunas realizaciones, los carruseles u otras colas de RA pueden eliminarse de los módulos y los sub-caminos (por ejemplo, 210) del sistema de automatización pueden usarse como parte de una cola de RA o FIFO. Es decir, si el tiempo de viaje para una muestra entre cualquiera de los dos puntos se puede delimitar a un tiempo conocido que es similar al de un carrusel (tal como es previsible que sea menor que una parte de un ciclo de operación), la pista puede ser parte de la cola para un módulo dado. Por ejemplo, en lugar de usar un carrusel, el módulo 205 puede utilizar muestras en portadores en el sub-camino 210. Las etapas de pre-procesamiento, tales como la preparación de reactivos, pueden realizarse antes de la llegada de una muestra bajo prueba. Una vez que llega la muestra a prueba, una o más porciones de la muestra pueden aspirarse en cubetas u otros recipientes de reacción para un ensayo. En algunas realizaciones, estos recipientes de reacción pueden estar contenidos dentro del módulo 205, fuera de pista, a la vez que en otras realizaciones, estos recipientes de reacción pueden colocarse en portadores en el sub-camino 210 para permitir un movimiento fácil. Si se requiere que la muestra bajo prueba esté en un módulo por más tiempo que un ciclo de operación, o si el módulo procesará diversas muestras durante un ciclo de operación, el sub-camino 210 puede actuar como una cola para el módulo.

Además, las muestras que aún no están en prueba, las cuales pueden estar ubicadas actualmente en otros módulos, pueden programarse para el siguiente ciclo de operación. Se puede considerar que estas muestras del siguiente ciclo residen en una cola virtual para el módulo 205. Un módulo puede programar que las muestras lleguen durante un ciclo de operación dado para cualquier muestra en la pista 200. Un controlador central, o los controladores asociados con los módulos mismos, pueden resolver cualquier conflicto sobre una muestra para un ciclo dado. Al dar a un módulo el conocimiento previo del tiempo de llegada de una muestra, cada módulo puede preparar recursos e intercalar pruebas o partes de pruebas para asignar recursos internos de manera más eficiente. De esta manera, los módulos pueden operar en muestras de manera justa en el tiempo, en lugar de usar grandes tampones físicos. El efecto es que la cola

virtual para un módulo dado puede ser mucho más grande que la capacidad física del sub-camino que sirve ese módulo, y se pueden usar los algoritmos de programación existentes. Efectivamente, cada módulo puede tratar la pista 200 como trataría un carrusel de muestras en un módulo de la técnica anterior.

También debe apreciarse que al emplear colas virtuales, en algunas realizaciones, múltiples módulos pueden tener múltiples colas y pueden compartir una sola cola o muestras dentro de una cola. Por ejemplo, si dos módulos están equipados para realizar un determinado ensayo, se puede asignar una muestra que necesita ese ensayo a una cola virtual para ese ensayo, la cual se comparte entre los dos módulos capaces de manejar el ensayo. Esto permite el equilibrio de carga entre los módulos y puede facilitar el paralelismo. En realizaciones donde los recipientes de reacción se colocan en portadores en la pista 200, se puede iniciar un ensayo en un módulo (por ejemplo, reactivos preparados y/o muestra mezclada) y el ensayo se puede completar en otro (por ejemplo, se observa una reacción en otro módulo). Se puede pensar en diversos módulos como un procesador de múltiples núcleos para el manejo de muestras en algunas realizaciones. En estas realizaciones, los algoritmos de programación para los múltiples módulos deben coordinarse para evitar conflictos para las muestras durante un ciclo de operación dado.

Al emplear colas virtuales, los módulos pueden operar en muestras a la vez que las muestras están en las colas virtuales de otros módulos. Esto permite una baja latencia de las muestras, ya que cada muestra que se coloca en la pista 200 puede procesarse tan rápido como los módulos pueden completar las pruebas, sin tener que esperar a través de una cola física. Esto puede reducir considerablemente el número de portadores de muestras en la pista 200 en cualquier momento, lo que permite un rendimiento confiable. Al permitir que los módulos compartan colas o muestras, el equilibrio de carga también se puede utilizar para maximizar el rendimiento del sistema.

Otra ventaja de usar colas virtuales es que a las muestras STAT se les puede asignar prioridad de forma dinámica. Por ejemplo, una muestra STAT se puede mover a la cabecera de cualquier cola para el siguiente ciclo de operación en el software, en lugar de tener que usar una derivación física para saltar una muestra STAT a la cabecera de una cola física en gran parte estática. Por ejemplo, si un módulo espera que se entreguen tres muestras por la pista 200 para los ensayos durante el siguiente ciclo de operación, un programador responsable de asignar muestras al módulo puede simplemente reemplazar una o más de las muestras con la muestra STAT, y tener la pista 200 que entrega la muestra STAT para su procesamiento durante el siguiente ciclo de operación.

Si los puntos de decisión, tales como 214 y 216, pueden perfilarse de manera que no haya necesidad de una cola en cada punto de decisión, las únicas colas físicas pueden estar dentro de los sub-caminos 210, 210A y 210B. Como se describió anteriormente, estas pueden tratarse como colas de RA o colas FIFO. Si se coloca una muestra STAT en la pista 200, no es necesario vaciar las colas de RA dentro de los sub-caminos 210, 210A y 210B, ya que la muestra STAT se puede procesar de inmediato. Cualquier cola FIFO se puede vaciar individualmente. Por ejemplo, si se coloca una muestra STAT en la pista 200 en la sección 222, la muestra puede enviarse al analizador 205B apropiado a través de la pista exterior y el punto 216 de decisión. Si hay otras muestras (y, por extensión, los portadores de muestras que transportan esas muestras) esperando en la cola en el camino 210B, solo las muestras en la cola deben vaciarse para permitir que una muestra STAT tenga prioridad. Si se presume que la pista 200 externa demora menos que un ciclo de operación en atravesar, todas las muestras que se eliminaron de la cola en 210B simplemente pueden circular alrededor de la pista y colocarse de nuevo en la cola en el camino 210B inmediatamente detrás de la muestra STAT, eliminando cualquier tiempo de inactividad causado por la muestra STAT.

Los caminos 220 y 222 de entrada se pueden usar para ingresar muestras a la pista 200. Por ejemplo, las muestras de prioridad regular se pueden colocar en la pista 200 en la entrada 220 y las muestras de prioridad STAT se pueden colocar en la entrada 222. Estas entradas se pueden usar como salidas para muestras cuando están completas, u otros puertos (no se muestran) se pueden usar como caminos de salida para muestras usadas. La entrada 220 se puede implementar como un tampón de entrada, que actúan como una cola FIFO para las muestras de entrada que buscan acceso a la pista 200. Una vez que una muestra alcanza la cabecera de la cola en la entrada 220, esta puede moverse a la pista (ya sea colocándose en un portador, o colocándose en un portador cuando se coloca en la entrada 220). Una muestra STAT puede ingresar a la pista 200 inmediatamente después de colocarse en la entrada 222 o, si la pista 200 está superpoblada, la muestra STAT puede ingresar a la pista en el siguiente ciclo de operación sin aglomerado disponible. Algunas realizaciones monitorizan el número de portadores en la pista durante un ciclo de operación y limitan el número total a una cantidad manejable, dejando el resto en colas de entrada. Al restringir las muestras en la entrada, la pista 200 puede estar libre de tráfico, lo que permite que siempre se opere de la manera más eficiente posible. En estas realizaciones, el tiempo de tránsito de una muestra entre dos módulos puede ser un valor limitado (por ejemplo, menos que una parte de un ciclo de operación), lo que permite una programación simplificada.

En algunas realizaciones, el sistema 200 de pista se puede diseñar para que sea bidireccional. Esto significa que los portadores de muestras pueden atravesar el camino externo y/o cualquier camino secundario en cualquier dirección. En algunas realizaciones, los sub-caminos adicionales, tal como el 211B al que se accede a través de los puntos 215 y 217 de decisión, pueden ayudar a proporcionar acceso bidireccional. Los caminos bidireccionales pueden tener ventajas inherentes. Por ejemplo, si las muestras de prioridad normal siempre se manejan en la misma dirección, una muestra STAT se puede manejar en la dirección opuesta a lo largo del sub-camino. Esto significa que una muestra STAT puede esencialmente entrar en la salida del sub-camino y colocarse inmediatamente al principio de la cola sin que sea necesario vaciar la cola. Por ejemplo, si se coloca una muestra STAT en la pista 200 en el segmento 204,

esta puede ingresar al camino 210B a través del punto 214 de decisión y proceder al camino 210B para ubicarse inmediatamente al principio de cualquier cola. Mientras tanto, en todos estos ejemplos, debido a que se presume que las colas se limitan en general a los sub-caminos, no hay necesidad de vaciar las colas en otros módulos si una muestra STAT no necesita acceso inmediato a esos módulos. Cualquier módulo adicional que necesite dar servicio a una muestra STAT en un ciclo subsecuente puede purgar sus colas en ese punto, proporcionando acceso justo a tiempo a una muestra STAT sin interrumpir el funcionamiento de cada módulo analizador.

El diseño modular también permite ciertas otras ventajas. Si los sistemas de automatización dentro de un módulo analizador están adaptados para aprovechar el sistema de pista contenido en el módulo, se pueden agregar nuevas características que utilizan la pista común. Por ejemplo, un módulo podría tener su propio carrusel de reactivos internos que incluye todos los reactivos necesarios para realizar los ensayos prescritos para las muestras. Cuando los reactivos almacenados en el módulo analizador se agotan, un operador puede reponer los reactivos en algunas realizaciones simplemente cargando reactivos adicionales en los portadores en la pista 200. Cuando los reactivos en la pista 200 alcanzan el módulo apropiado, el módulo puede utilizar sistemas mecánicos tales como un brazo o un sistema de alimentación que retira los reactivos de la pista y coloca los reactivos en la tienda de reactivos para el módulo.

En algunas realizaciones, las porciones de pista individuales que se muestran en la Figura 3 y la Figura 2A y la Figura 2B pueden ser operados independientemente entre sí, o puede ser pasivo. El movimiento del portador independiente proporciona ventajas sobre los sistemas de riel con base en fricción, tales como las cintas transportadoras no localizadas donde la pista de fricción completa debe moverse para efectuar el movimiento de un portador de muestra. Esto significa que otras muestras también en esa pista deben moverse a la misma velocidad. Esto también significa que si ciertas secciones operan a diferentes velocidades, pueden ocurrir colisiones entre portadores pasivos que llevan muestras.

La Figura 4A representa un portador 250 de ejemplo para uso con la presente invención. El portador 250 puede contener diferentes cargas útiles en diferentes realizaciones. Una carga útil puede ser un tubo 255 de muestra, el cual contiene una muestra 256 de fluido, tal como sangre u orina. Otras cargas útiles pueden incluir parrillas de tubos o cartuchos de reactivos. El portador 250 de muestras incluye un alojamiento 260 principal, el cual puede alojar los componentes electrónicos internos descritos en este documento. El alojamiento 260 principal soporta un soporte 262, el cual puede aceptar una carga útil. En algunas realizaciones, este es un orificio poco profundo que está diseñado para aceptar un tubo 255 de muestra y sujetarlo con un ajuste de fricción. En algunas realizaciones, el ajuste de fricción se puede hacer usando un orificio elástico o una abrazadera que se puede fijar o energizar con un resorte para crear una fuerza de retención. En algunas realizaciones, las parrillas de muestra y los cartuchos de reactivos pueden diseñarse para que se adhieran también al soporte 262, lo que permite que el soporte 262 actúe como una base universal para múltiples tipos de carga útil.

El alojamiento 260 está soportado por la porción 266 de guía, la cual le permite al portador 250 seguir una pista entre los puntos de decisión. La porción 266 de guía puede incluir, por ejemplo, una ranura para aceptar uno o más rieles en la pista, proporcionando soporte lateral y/o vertical. En algunas realizaciones, la porción de guía permite que el portador 250 sea guiado por paredes en la pista, tales como las paredes de una pista en forma de canal. La porción 266 de guía también puede incluir mecanismos de accionamiento, tales como ruedas de fricción que permiten que un motor en el alojamiento 260 del portador mueva el portador o el disco 250 hacia adelante o hacia atrás en la pista. La porción 266 de guía puede incluir otros componentes de accionamiento adecuados para su uso con las realizaciones descritas en su totalidad, tales como imanes o bobinas de inducción.

La pantalla 268 regrabable se puede proporcionar en la parte superior del portador 250. Esta pantalla puede incluir un panel orientado LCD y puede ser actualizada en tiempo real por el portador 250 para mostrar información de estado sobre la muestra 256. Al proporcionar la pantalla regrabable electrónicamente en la parte superior del portador 250, la información de estado puede ser vista de un vistazo por un operador. Esto puede permitir a un operador determinar rápidamente qué muestra está buscando cuando hay diversos portadores 250 en un grupo. Al colocar la pantalla regrabable en la parte superior del portador 250, un operador puede determinar la información de estado incluso cuando hay diversos portadores 250 en un cajón o parrilla.

La Figura 4B muestra una configuración 270 de pista de ejemplo para uso por los portadores 250. En este ejemplo, los portadores 250A transportan tubos de muestra, a la vez que los portadores 250B transportan parrillas de tubos a lo largo de la pista 272 principal y/o los sub-caminos 274 y 274A. El camino 276 puede ser utilizado por un operador para colocar muestras en portadores o eliminar muestras de estos portadores.

La Figura 4C muestra una vista adicional de una configuración 270 de pista de ejemplo. En este ejemplo, el sub-camino 274 sirve a una estación de inmunoensayo, a la vez que el sub-camino 274A sirve a una estación de química clínica. El riel 276 de entrada/salida puede ser servido por una estación 280 de manejo de muestras que utiliza los sub-caminos 277 y 278 para tapar muestras para la inserción o eliminación de las muestras de la pista 272 principal.

En algunas realizaciones, el manejador 280 de muestras también puede cargar y descargar muestras u otras cargas útiles hacia/a partir de los portadores 250A y 250B. Esto permite que la cantidad de portadores se reduzca a la cantidad necesaria para soportar cargas útiles que están siendo utilizadas actualmente por las estaciones en el sistema 270 de pista, en lugar de tener una gran mayoría de portadores inactivos en las pistas 277 y 278 durante la demanda máxima del analizador. En su lugar, las bandejas de muestras (sin los portadores descritos en este documento) pueden ser

colocadas/eliminadas por un operador en el riel 276 de entrada/salida. Esto puede reducir el coste general del sistema y puede determinarse el número de portadores necesarios por el rendimiento del analizador, en lugar de basarse en anticipar la demanda máxima para el analizador en exceso del rendimiento.

Portadores inteligentes

- 5 A la vez que los sistemas de automatización de laboratorio de la técnica anterior utilizan discos o bandejas pasivas (por ejemplo, el disco es un simple ladrillo de plástico o de caucho que carece de sistemas activos o autónomos, energía, procesamiento a bordo o control) para reducir el coste y la complejidad, los inventores de la presente invención se ha dado cuenta de que la complejidad y el coste adicionales necesarios para integrar la inteligencia y la autonomía en los portadores individuales (los cuales pueden incluir discos o bandejas inteligentes en algunas realizaciones) proporcionan beneficios inesperados e importantes que se han pasado por alto en los sistemas tradicionales de automatización de laboratorios. De acuerdo con esto, las realizaciones de la presente invención pueden utilizar portadores independientes inteligentes para permitir ciertas mejoras sobre los discos pasivos en pistas con base en fricción. Por ejemplo, una desventaja de los sistemas de pista de la técnica anterior es que, en cada punto de decisión, la decisión de dirigir un disco se realiza mediante el giro del disco y la lectura óptica de un código de barras. La lectura rotativa y óptica es un proceso relativamente lento. Además, este proceso puede ser redundante porque el sistema tiene conocimiento de la identificación del tubo de muestra cuando un operador coloca el tubo de muestra en el disco. Las realizaciones de la presente invención pueden incluir portadores que tienen medios para identificar los contenidos del tubo de muestra (y opcionalmente comunicar esta información al sistema de automatización) sin que sea necesario detener, girar y leer ópticamente el portador.
- 10
- 15
- 20 Por ejemplo, un portador puede incluir un lector óptico a bordo para leer automáticamente un código de barras de una carga útil. Los resultados del escaneo se pueden almacenar en la memoria de un portador si el portador tiene capacidad de procesamiento interno. Alternativamente, una fuente externa, tal como un lector manual de códigos de barras operado por un operador al momento de colocar la muestra en el portador, puede comunicar la información del código de barras de la carga útil al portador a través de una señal de RF u otros medios conocidos, tal como el protocolo de comunicación. Utilizando contacto eléctrico temporal o comunicación óptica. En algunas realizaciones, la asociación del portador con la carga útil puede almacenarse de manera externa al portador y la identidad del portador puede ser transportada por el portador al sistema por comunicación de RF, óptica o de campo cercano, permitiendo que el sistema ayude al enrutamiento o seguimiento del portador y la carga útil. Las decisiones de enrutamiento pueden ser tomadas por el portador o identificando al portador, en lugar de leer un código de barras único de una carga útil.
- 25
- 30 Al trasladar la capacidad de procesamiento y/o la capacidad del sensor a cada portador individual, los portadores pueden participar de forma activa e inteligente en su propio enrutamiento a través del sistema de pista. Por ejemplo, si los portadores individuales pueden moverse independientemente entre sí por capacidades motrices autónomas o por comunicación con la pista, se pueden obtener ciertas ventajas de rendimiento.
- 35 Al permitir que los portadores se muevan independientemente, los portadores pueden moverse alrededor de la pista más rápido. Una limitación clave en el movimiento de un portador es que no debe derramar una muestra de tubo abierto. El factor limitante en general no es la velocidad del portador en línea recta, sino la aceleración y la sacudida experimentada por el portador (a la vez que se acelera, desacelera o gira), lo cual puede causar salpicaduras. Para los sistemas de pista con base en la fricción de la técnica anterior, la velocidad de la pista se limita típicamente para impedir que la aceleración y la sacudida experimentadas por los discos superen las cantidades de umbral debido a que se mueve toda la pista. Sin embargo, al utilizar un sistema de pista con secciones operativas independientes que pueden responder a portadores individuales, o portadores individuales que tienen capacidad de movimiento independiente, la aceleración de cualquier portador dado puede adaptarse para limitar la aceleración/desaceleración y sacudidas, a la vez que permite que la velocidad promedio sea mayor que el de las pistas tradicionales. Al no limitar la velocidad máxima de un portador, el portador puede continuar acelerando en cada sección de la pista de acuerdo como sea apropiado, lo que resulta en una velocidad promedio sustancialmente más alta alrededor de la pista. Esto puede ayudar al portador a atravesar todo el sistema de pista en menos de un ciclo de máquina del analizador. Estos ciclos de máquina pueden ser, por ejemplo, 20 o 40 segundos.
- 40
- 45 De manera similar, un portador autónomo puede conocer su propia identidad y la de su carga útil. Esto permite que el portador participe activamente o ayude en el proceso de decisión de enrutamiento en los puntos de decisión individuales. Por ejemplo, al llegar a un punto de decisión (por ejemplo, un interruptor, una intersección, un cruce, una bifurcación, etc.), un portador puede comunicar su identidad y/o la identidad de su carga útil a la pista o cualquier mecanismo de conmutación (o su ruta prevista que el portador ha determinado en función de la identidad de la carga útil), a través de comunicación de RF o de campo cercano. En este escenario, el portador no necesita detenerse en un punto de decisión para un escaneo del código de barras. En lugar de esto, el portador puede continuar, posiblemente sin desacelerar, y el portador puede enrutarse en tiempo real. Además, si el portador sabe a dónde va o si comunica su identidad a la pista (de manera que la pista sabe a dónde va el portador) antes de que el portador alcance físicamente un punto de decisión, se puede hacer que el portador desacelere antes de un punto de decisión si el portador va a girar. Por otro lado, si el portador no necesita girar en el punto de decisión, el portador puede continuar a una velocidad mayor debido a que la muestra transportada por el portador no sufrirá fuerzas de giro si el portador no gira en el punto de decisión o sección curva de la pista.
- 50
- 55
- 60

Un portador autónomo también puede incluir capacidades de procesamiento y sensor a bordo. Esto puede permitir a un portador determinar dónde está en la pista y dónde debe ir, en lugar de ser dirigido por la pista (aunque, en algunas realizaciones, un controlador central envía instrucciones de enrutamiento al portador para que se lleven a cabo). Por ejemplo, un portador puede leer la codificación o los marcadores de posición en la pista para determinar la ubicación del portador. La información de posición absoluta se puede codificar en una superficie de pista para proporcionar puntos de referencia a un portador a medida que atraviesa la pista. Esta codificación de posición puede tomar diversas formas. La pista puede codificarse con marcadores ópticos que indican la sección actual de la pista (por ejemplo, como señales virtuales de carreteras), o puede incluir además la codificación óptica de la ubicación absoluta específica dentro de esa sección de la pista (por ejemplo, como marcadores de millas virtuales). La información de posición también se puede codificar con marcación entre las marcas de posición absoluta. Esta pueden proporcionar información de sincronización para ayudar a un portador a calcular su trayectoria actual. El esquema de codificación óptico puede tomar cualquier forma apropiada conocida por un experto en la técnica. Estas marcas utilizadas por el esquema de codificación pueden incluir codificación de posición binaria, como la que se encuentra en un codificador giratorio, marcas ópticas, como los LEDs colocados en la pista en ciertas posiciones, códigos de barras, códigos QR, matrices de datos, marcas reflexivas o similares. La información de posición general también se puede transmitir al portador a través de medios de RF/inalámbricos. Por ejemplo, los marcadores RFID en la pista pueden proporcionar comunicación de campo cercano al portador para alertar al portador que ha ingresado a una parte determinada de la pista. En algunas realizaciones, los transmisores locales alrededor o cerca de la pista pueden proporcionar información de posicionamiento similar al GPS para permitir al portador determinar su ubicación. Alternativamente, los sensores en la pista, tales como los sensores de efecto Hall o las cámaras, pueden determinar la posición de los portadores individuales y transmitir esta información al portador.

De manera similar, el portador puede tener sensores que indiquen movimiento relativo, los cuales proporcionan datos que pueden acumularse para determinar una posición. Por ejemplo, el portador puede tener giroscopios, acelerómetros o sensores ópticos que observan patrones de manchas a medida que el portador se mueve para determinar la velocidad o la aceleración, los cuales se pueden usar para extrapolar una posición relativa.

Debido a que un portador puede saber dónde está y su movimiento en relación con la pista, un portador puede esencialmente manejarse por sí mismo, siempre que sepa su destino. El enrutamiento del portador se puede proporcionar de diversas maneras diferentes en diversas realizaciones. En algunas realizaciones, cuando se carga un portador con la muestra, el sistema puede indicar al portador la estación analizadora de destino. Esta información puede ser tan simple como la identificación de la estación de destino en realizaciones donde el portador tiene capacidad de enrutamiento autónoma. Esta información también puede ser información detallada, tal como una lista de enrutamiento que identifica el camino específica de las secciones de pista individuales y los puntos de decisión que atravesará un portador. La información de enrutamiento se puede transmitir al portador a través de cualquier método de comunicación descrito en este documento, tal como comunicación de RF, comunicación de campo cercano/inductiva, comunicación de contacto eléctrico o comunicación óptica.

En una realización de ejemplo, cuando un operador escanea el código de barras del tubo de muestra y lo coloca en un portador, el sistema determina la identidad del portador y lo compara con la identidad de la muestra. Luego, el sistema ubica el registro de la muestra para determinar qué pruebas debe realizar la muestra en el analizador. Luego, un programador asigna recursos de prueba a la muestra, que incluye la elección de qué pruebas realizarán las estaciones de prueba individuales y cuándo debe llegar la muestra a cada estación de prueba para su análisis. El sistema puede entonces comunicar este programa (o parte del programa) al portador para informarle al portador sobre dónde debe ir y, opcionalmente, cuándo debe ir y cuándo debe llegar.

Una vez que el portador se coloca en el sistema de pista, las capacidades de enrutamiento y los sistemas de adquisición de ubicación del portador permiten al portador determinar dónde está en la pista y dónde debe ir. A medida que el portador atraviesa la pista, el portador alcanza puntos de decisión individuales y puede dirigirse a lo largo de la pista principal o de los sub-caminos, de acuerdo como corresponda. Debido a que cada portador opera independientemente entre sí, un portador puede hacer esto bastante rápido sin necesariamente detenerse en cada punto de decisión y sin esperar a otros portadores en una cola. Debido a que estos portadores se mueven rápidamente, hay menos tráfico en las secciones principales de la pista, lo cual reduce el riesgo de colisión o atascos de tráfico en los puntos de decisión o esquinas de la pista (por ejemplo, secciones donde los portadores pueden reducir la velocidad para impedir fuerzas excesivas en la muestra).

La fuerza motriz se puede proporcionar a los portadores de diversas maneras. En algunas realizaciones, la pista participa activamente en proporcionar fuerza motriz individualizada a cada portador. En algunas realizaciones, la fuerza motriz se proporciona por bobinas electromagnéticas en la pista que impulsan uno o más imanes en el portador. Un sistema de ejemplo para proporcionar esta fuerza motriz es el sistema de pista provisto por MagneMotion, Inc., el cual en general puede entenderse por la descripción de los motores sincrónicos lineales (LSMs) encontrados en la Solicitud de Patente Publicada de los Estados Unidos 2010/0236445, asignada a MagneMotion, Inc. Estos sistemas tradicionales que utilizan este sistema de movimiento magnético han incluido portadores pasivos que carecen de la inteligencia integrada de los portadores descritos en este documento, y todo el enrutamiento y las decisiones son tomadas por un controlador central sin necesidad de portadores activos que participan en el proceso de enrutamiento e identificación.

En realizaciones que utilizan movimiento magnético, las bobinas electromagnéticas y los imanes funcionan como un LSM para impulsar a cada portador individual en la dirección elegida con un control preciso de la velocidad, la aceleración y la sacudida. Cuando cada bobina en la pista (o un conjunto local de bobinas) puede operarse de manera independiente, esto permite una fuerza motriz altamente localizada para portadores individuales, de modo que los portadores individuales pueden moverse con sus propias aceleraciones y velocidades adaptadas de manera individual. Las bobinas locales a un portador en un momento dado pueden activarse para proporcionar un control preciso de la dirección, la velocidad, la aceleración y la sacudida de un portador individual que pasa cerca de las bobinas.

En algunas realizaciones, una pista puede comprender diversos rodillos articulables individualmente que actúan como una pista de fricción personalizable localmente. Debido a que las micro secciones individuales de la pista se pueden administrar de manera independiente, los rodillos que se encuentran inmediatamente alrededor de un portador se pueden controlar para proporcionar velocidad, aceleración y sacudidas individualizados. En algunas realizaciones, se pueden usar otras configuraciones de pistas activas que proporcionan fuerza motriz individual localizada a cada portador.

En algunas realizaciones, la pista puede ser en gran parte pasiva, que proporciona un piso, paredes, rieles, o cualquier otra limitación apropiada en el movimiento de un portador para guiar el portador a lo largo de una sola dimensión. En estas realizaciones, la fuerza motriz es proporcionada por el propio portador. En algunas realizaciones, cada portador individual tiene uno o más motores a bordo que impulsan las ruedas para proporcionar fuerza motriz con base en fricción autopropulsada entre la pista y el portador. A diferencia de las pistas de fricción tradicionales, donde la pista es un transportador, los portadores con ruedas impulsadas pueden atravesar la pista de forma independiente y acelerar/desacelerar individualmente. Esto permite que cada portador controle su velocidad, aceleración y sacudidas en cualquier momento para controlar las fuerzas ejercidas en su carga útil, así como para atravesar la pista a lo largo de caminos personalizados individualmente. En algunas realizaciones, pueden proporcionarse imanes permanentes en la pista y los electroimanes en el portador pueden ser operados para impulsar el portador hacia adelante, actuando así como un LSM con el portador que proporciona la fuerza magnética impulsora. También se contemplan otras configuraciones de pistas pasivas, tales como una pista fluida que permite a los portadores flotar y moverse de manera autónoma a través de chorros de agua o similares, una pista de baja fricción que permite a los portadores flotar en bolsas de aire proporcionadas por la pista (por ejemplo, actuando como una mesa de hockey de aire localizado), o cualquier otra configuración que permita a los portadores individuales experimentar fuerzas motrices individuales a medida que atraviesan la pista.

La Figura 5 muestra un diagrama de sistema de nivel superior de los sistemas y sensores de control para un portador 300 autónomo inteligente de ejemplo. El portador 300 está controlado por un microcontrolador 301 que incluye suficiente capacidad de procesamiento para manejar la navegación, el mantenimiento, el movimiento y las actividades del sensor necesarias para operar el portador. Debido a que el portador está activo e incluye componentes electrónicos a bordo, a diferencia de los portadores pasivos de la técnica anterior, el portador incluye una estación eléctrica a bordo. Los detalles de esta estación varían en diferentes realizaciones de la presente invención. En algunas realizaciones, el sistema 303 de alimentación comprende una batería que puede cargarse a la vez que el portador funciona, así como en otras realizaciones, la batería es reemplazable o puede cargarse manualmente cuando el portador no está funcionando. El sistema 303 de alimentación puede incluir la electrónica de carga necesaria para mantener una batería. En otras realizaciones, el sistema 303 de alimentación comprende un condensador que se puede cargar por mecanismos de contacto inductivo o eléctrico para obtener un potencial eléctrico de la pista en sí, de manera muy similar a la de un vagón del metro o un modelo de tren que pueda recibir energía.

El microcontrolador 301 se comunica con la memoria 304 del sistema. La memoria 304 del sistema puede incluir datos y memoria de instrucciones. La memoria de instrucciones en la memoria 304 incluye suficientes programas, aplicaciones o instrucciones para operar el portador. Esto puede incluir procedimientos de navegación así como aplicaciones de manejo de sensores. La memoria de datos en la memoria 304 puede incluir datos sobre la posición actual, la velocidad, la aceleración, el contenido de la carga útil, el plan de navegación, la identidad del portador o la carga útil u otra información de estado. Al incluir la memoria integrada en el portador 300, el portador puede realizar un seguimiento de su estado actual y utiliza la información para realizar un camino inteligente a través del camino o transmitir información de estado al camino u otros portadores.

El microcontrolador 301 es responsable de operar el sistema 305 de movimiento, los sensores 312, 313 y 314, y el sistema 315 de comunicación. Estos periféricos pueden ser operados por el microcontrolador 301 a través de un bus 310. El bus 310 puede ser cualquier bus estándar, tal como como un bus CAN, que es capaz de comunicarse con la pluralidad de periféricos, o puede incluir caminos de señal individuales a periféricos individuales. Los periféricos pueden utilizar sus propias fuentes de energía o el sistema 303 de alimentación común.

El sistema 305 de movimiento (también denominado sistema de propulsión) puede incluir la lógica de control necesaria para operar cualquiera de los sistemas de movimiento descritos en este documento. Por ejemplo, el sistema 305 de movimiento puede incluir controladores de motor en realizaciones que usan ruedas impulsadas. En otras realizaciones, el sistema 305 de movimiento puede incluir la lógica necesaria para comunicarse con cualquier sistema de pista activo necesario para proporcionar una fuerza motriz al portador 300. En estas realizaciones, el sistema 305 de movimiento puede ser un componente de software ejecutado por el microcontrolador 301 y utilizando un sistema 315 de comunicación para comunicarse con la pista. Los dispositivos tales como motores, actuadores, electroimanes y

similares, que son controlados por el sistema 305 de movimiento pueden ser alimentados por el sistema 303 de alimentación en realizaciones donde estos dispositivos están a bordo del portador. Las fuentes de energía externas también pueden proporcionar energía en algunas realizaciones, tales como las realizaciones donde un LSM proporciona fuerza motriz al energizar las bobinas en la pista. En algunas realizaciones, el sistema 305 de movimiento controla dispositivos dentro o fuera del portador para proporcionar fuerza motriz. En algunas realizaciones, el sistema 305 de movimiento trabaja con otros controladores, tales como los controladores en la pista, para coordinar las fuerzas motrices, por ejemplo, solicitando que las bobinas cercanas en la pista estén energizadas o solicitando el movimiento de los rodillos locales. En estas realizaciones, el sistema 315 de movimiento puede trabajar junto con el sistema 315 de comunicación para mover el portador.

El portador 300 puede incluir uno o más sensores. En algunas realizaciones, el portador 300 incluye un sistema 312 de detección de colisión. El sistema 312 de detección de colisión puede incluir sensores en la parte delantera o posterior de un portador para determinar si se está acercando a otro portador. Los sensores de detección de colisión de ejemplo pueden incluir sensores IR, sensores magnéticos, sensores de microondas o detectores ópticos. A la vez que diversos discos de la técnica anterior son redondos, el portador 300 puede ser direccional, teniendo una parte delantera y una parte posterior. Al tener una geometría direccional, el portador 300 puede incluir un detector de colisión frontal y un detector de colisión posterior.

En algunas realizaciones, la información de detección de colisiones puede incluir información recibida a través del sistema 315 de comunicación. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el controlador central para la pista puede observar la ubicación y la velocidad de los portadores en la pista y evaluar las condiciones de colisión y enviar instrucciones actualizadas a un portador para impedir una colisión. En algunas realizaciones, los portadores cercanos pueden comunicar sus posiciones de manera punto a punto. Esto permite a los portadores evaluar individualmente el riesgo de colisión con base en la información de posición en tiempo real recibida de otros portadores. Se entenderá que en las realizaciones donde el portador recibe información sobre la trayectoria de otros portadores, o las decisiones se toman con la ayuda de un controlador centralizado que tiene acceso a la información sobre la trayectoria de los portadores cercanos, los portadores no necesitan ser direccionales y pueden incluir sensores o receptores que no dependen de una orientación dada de un portador.

El portador 300 también puede incluir un decodificador 313 de posición. Este sensor puede extrapolar la posición del portador como se describe en este documento. Por ejemplo, el decodificador 313 de posición puede incluir una cámara u otros medios ópticos para identificar puntos de referencia en la pista u observar la codificación óptica en la pista. En algunas realizaciones, el decodificador 313 de posición también puede incluir sensores inerciales, sensores magnéticos u otros sensores suficientes para determinar la posición actual del portador, la dirección, la velocidad, la aceleración y/o la sacudida.

El portador 300 puede incluir opcionalmente un lector 314 de código de barras. Si está equipado con el lector 314 de código de barras, el portador 300 puede observar el código de barras de su carga útil en el momento en que las muestras se cargan en el portador o en cualquier momento posterior. Esto impide la necesidad de que un portador se detenga en puntos de decisión individuales para que el sistema lea el código de barras de un tubo de muestra. Al leer y almacenar la identidad del tubo de muestra, o al transmitir esta información al sistema en general, un portador puede atravesar el sistema de pista de manera más eficiente debido a que las decisiones de enrutamiento se pueden tomar antes de llegar a un punto de decisión. Alternativamente, donde un sistema conoce la identidad de la muestra cuando se coloca en el portador, el sistema puede incluir un lector de código de barras externo y puede transmitir la identidad de la carga útil al portador para el almacenamiento y la memoria 304 a través del sistema 315 de comunicación.

El sistema 315 de comunicación puede comprender cualquier mecanismo suficiente para permitir que el portador se comunique con el sistema general de automatización. Por ejemplo, esto puede incluir un sistema de comunicación XBee para la comunicación inalámbrica utilizando un protocolo de comunicación estándar, tal como 802.15.4, cualquier versión apropiada de 802.11 o cualquier protocolo inalámbrico propietario estándar. El sistema 315 de comunicación puede incluir un transceptor y una antena y una lógica para operar un protocolo de comunicación de RF. En algunas realizaciones, el sistema 315 de comunicación también puede incluir comunicación de campo cercano, comunicación óptica o componentes de contacto eléctrico. La información transmitida a través del sistema de comunicaciones hacia/a partir del portador 300 se describen en su totalidad.

En algunas realizaciones, el portador también puede incluir un módulo 316 de visualización de estado. El módulo 316 de visualización de estado puede incluir un controlador y una pantalla electrónica regrabable, tal como un panel LCD o una pantalla de tinta electrónica. En algunas realizaciones, el controlador se trata como una parte direccional de la memoria, de tal manera que el microcontrolador 301 puede actualizar fácilmente la pantalla 316 de estado.

En algunas realizaciones, el portador también incluye el sensor 317 de muestra. Este sensor se puede usar para indicar la presencia o ausencia de un contenedor de fluido en el soporte del tubo del portador (el cual también puede denominarse un soporte de tubo). En algunas realizaciones, este es un interruptor mecánico momentáneo que se presiona por la presencia de un tubo y no se presiona cuando no hay un tubo. Esta información se puede usar para determinar el estado de un tubo, lo cual puede ayudar en la visualización de la información de estado mediante el módulo 316 de visualización de estado.

Enrutamiento

El deseo de tiempos de tránsito rápidos dentro de un sistema analizador puede dificultar el enrutamiento. En los sistemas de la técnica anterior, el enrutamiento rápido es menos crítico debido a que las muestras en general se detienen, se aíslan y se escanean en cada punto de decisión. En esos sistemas, la decisión de enrutamiento para un punto de decisión determinado se puede tomar a la vez que se detiene la muestra. Las decisiones de enrutamiento rápido en general son deseadas y pueden requerir determinar una decisión de conmutación antes de que un portador de muestra llegue a un punto de decisión. Además, debido a que los portadores se mueven a una velocidad rápida en comparación con la técnica anterior, el control de la trayectoria instantánea de un portador de muestras puede ser asistido por un procesamiento en tiempo real para impedir derrames o daños en las muestras de IVD. En algunas realizaciones, la observación y el control de la trayectoria sustancialmente instantánea se llevan a cabo a bordo de cada portador para facilitar el control en tiempo real, a la vez que las decisiones generales de enrutamiento las toma un controlador central que administra un grupo de portadores. Por lo tanto, en algunas realizaciones de la presente invención, los portadores actúan como robots semiautónomos que reciben instrucciones de enrutamiento global a partir de un controlador central, pero toman decisiones de movimiento local de manera sustancialmente autónoma.

Por ejemplo, cuando un portador recibe una muestra (por ejemplo, una muestra de fluido del paciente u otra carga útil), un controlador central que maneja uno o más portadores determina el programa de ese portador e indica al portador dónde debe ir, por ejemplo, un sistema de automatización de diagnóstico in vitro. Esta instrucción puede ser una instrucción de siguiente salto (por ejemplo, identificar el siguiente tramo de un camino), como ir a un punto de decisión determinado, avanzar al siguiente punto de decisión o girar en un punto de decisión determinado. En algunas realizaciones, las instrucciones pueden incluir una lista completa o parcial de segmentos de pista y puntos de decisión que se deben recorrer y si se debe girar en cada punto de decisión. Estas instrucciones pueden comunicarse al portador a partir de un controlador central a través de cualquier medio convencional, que incluye la señalización inalámbrica o por contacto, como se explica a lo largo de esta divulgación.

A la vez que sigue las instrucciones, cada portador puede hacer una determinación de la velocidad, aceleración y sacudidas apropiadas (como se usa en este documento, la aceleración incluye la desaceleración). Esto puede incluir una decisión en tiempo real de si el portador debe disminuir la velocidad para impedir la colisión o ingresar a una curva sin causar fuerzas laterales excesivas, o disminuir la velocidad antes del próximo punto de decisión. Estas decisiones se pueden tomar con la ayuda de cualquiera de los sensores a bordo, así como la información externa recibida por el portador, tal como la información sobre la posición y la trayectoria de los portadores cercanos. Por ejemplo, los acelerómetros y/o la información de codificación de la pista se pueden utilizar para determinar la velocidad actual, la aceleración y la sacudida, así como la posición actual de un portador. Esta información puede ser utilizada por cada portador para determinar su trayectoria y/o puede ser transportada a otros portadores. Los detectores de colisión, como los telémetros de RF, pueden determinar si existe o no una condición de colisión potencial para ayudar al portador a determinar si necesita reducir la velocidad y/o detenerse. Esta determinación de colisión puede incluir información sobre la trayectoria del portador actual, así como la información sobre la trayectoria de los portadores circundantes recibidas por el portador actual a través de la observación o al recibir información de un programador central para la pista.

La Figura 6 muestra un escenario de enrutamiento de ejemplo en el sistema 400 de automatización. El portador 430 recibe instrucciones de enrutamiento a partir del controlador 440 de gestión central a través de la señalización de RF. El portador 430 puede ser cualquier realización adecuada de un portador, tal como el portador 300, que se muestra en la Figura 5. El procesador 440 de gestión central puede ser un microprocesador, un software que funcione con uno o más procesadores u otros medios informáticos convencionales adecuados para calcular la programación de múltiples portadores dentro del sistema 400 de pista. El procesador 440 de gestión central puede recibir información de posición de diversos portadores, así como cualquier información del sensor de sensores en el sistema 400 de pista y/o información reportada por los portadores. El procesador 440 de gestión central utiliza la información de estado de los portadores y la pista, así como la identidad de las muestras u otra carga útil transportada por los portadores y los ensayos requeridos que debe realizar el sistema en estas muestras.

El sistema 400 de pista de ejemplo que se muestra en la Figura 6 incluye un primer segmento A de curva, que se conecta al segmento B recto y un segmento G separable (por ejemplo, un segmento que sirve a una estación de prueba), el cual sirve al analizador/estación 205A de prueba y la pipeta 420, a través del punto 402 de decisión. El segmento B se conecta al segmento C recto y un segmento H separable, el cual sirve al analizador/estación 205 de prueba y la pipeta 422, a través del punto 404 de decisión. El segmento C se conecta al segmento D curvado y al segmento I separable, que sirve al analizador/estación 205B de prueba y la pipeta 424, a través del punto 406 de decisión. El segmento D se conecta al segmento E recto y el otro extremo del segmento I separable, a través del punto 408 de decisión. Es decir, hay dos caminos directos entre los puntos 406 y 408 de decisión - segmentos D e I (donde el segmento I es un separable que se puede usar para entregar muestras para interactuar con la pipeta 424). El segmento E se conecta al segmento F recto y el otro extremo del segmento H separable, a través del punto 410 de decisión. El segmento F se conecta al segmento A curvo y al otro extremo del segmento G separable, a través del punto 412 de decisión. En algunas realizaciones, el sistema 400 de pista incluye los rieles J y K de entrada y salida, los cuales se pueden usar para agregar o eliminar portadores en los puntos 402 y 412 de decisión.

En algunas realizaciones, los puntos 402-412 de decisión son bifurcaciones pasivas en la pista que el portador 430 puede navegar para seleccionar un segmento de destino adecuado. En otras realizaciones, los puntos 402-412 de decisión son bifurcaciones activas que pueden ser controladas por el portador 430 o el procesador 440 de gestión

central. En algunas realizaciones, los puntos 402-412 de decisión son interruptores controlados electromagnéticamente que responden a las solicitudes del portador 430, por ejemplo, a través de RF o cerca de la comunicación de campo. En algunas realizaciones, estos interruptores controlados electromagnéticamente tienen una posición predeterminada, tal como recta, a la que el interruptor volverá una vez que se haya enrutado al portador. Al utilizar posiciones predeterminadas para los puntos de decisión, es posible que un portador no necesite solicitar una posición en cada punto de decisión, a menos que sea necesario cambiarlo en ese punto de decisión.

El procesador 440 de gestión central del programador asigna al portador 430 una primera ruta, Ruta 1, para colocar el portador 430 y su carga útil al alcance de la pipeta 420. Se le indica al portador 430 que viaje a lo largo del segmento J al punto 402 de decisión y que viaje al segmento G para detenerse en una posición accesible para la pipeta 420. En algunas realizaciones, el portador 430 recibe las instrucciones y determina su ubicación actual y su trayectoria para determinar la dirección y la trayectoria a usar para alcanzar el punto 402 de decisión. El portador 430 también puede tener en cuenta que estará girando a la derecha en el punto 402 de decisión en el segmento G. En algunas realizaciones, el punto 402 de decisión incluye un mecanismo de conmutación en la pista que puede operar bajo el control del portador 430. En estas realizaciones, el portador 430 se comunica con la pista en la aproximación hasta el punto 402 de decisión para solicitar el cambio al segmento G. En otras realizaciones, el portador 430 puede tener un mecanismo de dirección (como una rueda de guía móvil, imanes direccionales, frenos asimétricos, o similares) que permiten al portador 430 girar a la derecha en el segmento G en el punto 402 de decisión, sin la asistencia de una puerta externa integrada en la pista. En estas realizaciones, el portador 430 se acopla al mecanismo de dirección en el punto 402 de decisión para hacer el giro hacia el segmento G.

El portador 430 puede determinar su ubicación aproximada: su sección de pista actual, tal como la sección J, mediante la lectura de la codificación en la pista, tal como la codificación óptica o las etiquetas RFID. En algunas realizaciones, el portador 430 usa múltiples medios para determinar su ubicación dentro del sistema 400 de pista. Por ejemplo, las etiquetas RFID se pueden usar para determinar en general en qué segmento de pista está ubicado el portador 430, a la vez que se puede usar codificación óptica u otro tipo de codificación precisa para determinar la posición dentro de ese segmento de la pista. Esta codificación también se puede usar para determinar la velocidad, la aceleración o la sacudida al observar los cambios en la codificación (por ejemplo, derivados de la información de posición).

El portador 430 puede usar la identificación de la sección de la pista actual para determinar el camino apropiado a la sección de destino, ya sea por instrucción explícita recibida por el procesador 440 de gestión central o buscando un camino apropiado en una base de datos a bordo en la memoria 304, como se muestra en los sistemas de control a bordo en la Figura 5. En algunas realizaciones, el portador 430 entiende cómo llegar a la sección G a partir de la sección J con base en un mapa almacenado en la memoria del portador 430 en la memoria 304. Este mapa puede incluir una tabla de búsqueda simple o un árbol de secciones de pista donde cada nodo está vinculado por los puntos de decisión correspondientes, o viceversa. Por ejemplo, al identificar que el portador se encuentra actualmente en la sección J de pista, la base de datos a bordo puede informar al portador 430 para que proceda al punto 402 de decisión para cambiar a la derecha en la sección G.

Como se muestra en la Figura 6, el portador 430 responde a las instrucciones para la Ruta 1 y avanza a la sección G y se detiene en una posición cerca de la pipeta 420. Una vez que el portador 430 se detiene, puede recibir instrucciones adicionales del analizador/estación de prueba que controla la pipeta 420. Por ejemplo, el analizador 205A puede controlar la pipeta 420 e instruir a los portadores en la sección G para que se posicionen en puntos precisos a lo largo de la sección G. Esto permite que las estaciones de análisis/prueba traten las secciones de la pista como colas de acceso aleatorio. Por ejemplo, una vez que el portador 430 se detiene en la sección G, se pueden transmitir instrucciones adicionales a través del procesador 440 de gestión central o directamente a partir del analizador 205A al portador 430 a través de la transmisión de RF u otros medios, tales como señales ópticas locales o inductivas/de campo cercano. Estas instrucciones pueden incluir detener a la vez que otro portador interactúa con la pipeta 420, y luego proceder a una posición accesible a la pipeta 420, cuando el analizador 205A está listo para realizar uno o más ensayos en la muestra transportada por el portador 430.

Una vez que el analizador/estación 205A de prueba haya terminado de interactuar con la muestra transportada por el portador 430, se pueden enviar instrucciones de enrutamiento adicionales al portador 430 a partir del procesador 440 de gestión central. Por ejemplo, la Ruta 2 puede incluir instrucciones de enrutamiento para pasar a la sección H para interactuar con la pipeta 422. En algunas realizaciones, las tablas de enrutamiento contenidas dentro de la memoria 304 a bordo del portador 430 tienen información suficiente sobre el diseño de la pista para permitir que el portador se enrute a la sección H. En otras realizaciones, una lista de etapas de enrutamiento pueden transmitirse al portador 430 a través del procesador 440 de gestión central. Se apreciará que otras realizaciones pueden incluir el transporte de cualquier subconjunto de la ruta al portador 430 y/o el envío de instrucciones de enrutamiento de forma gradual, de modo que el portador 430 siempre sepa la siguiente etapa de enrutamiento, y opcionalmente posteriores etapas de enrutamiento.

En este ejemplo, el portador 430 recibe una lista de rutas que representan la Ruta 2 del procesador 440 de gestión central, que le indica que proceda a través de la sección G al punto 412 de decisión. En el punto 412 de decisión, el portador 430 iniciará la conmutación a la sección A interactuando con una puerta o girando como se describe anteriormente. El portador 430 puede tener en cuenta las condiciones de la trayectoria curva en la sección G y la sección A para garantizar que las condiciones de aceleración y sacudidas no excedan el requisito de umbral para la

muestra que transporta. Esto puede impedir derrames o inestabilidad durante el tránsito. La información de ruta recibida por el portador 430 luego ordena al portador 430 que proceda a través del punto 402 de decisión sin girar. La trayectoria utilizada en la Ruta 2 cuando se aproxima al punto 402 de decisión puede ser diferente (por ejemplo, más rápida) que la utilizada durante la Ruta 1, debido a que el portador 430 sabe que no es necesario realizar un giro brusco hacia la derecha en la sección G. En algunas realizaciones, esto permite que el portador 430 se acerque al punto 402 de decisión con una velocidad sustancialmente mayor durante la Ruta 2 que durante la Ruta 1. Al atravesar el punto 402 de decisión más rápido si el portador 430 no está girando, el portador 430 puede completar la Ruta 2 en menos tiempo que las realizaciones en las cuales el portador 430 debe disminuir la velocidad para una posible conmutación en cada punto de decisión. Esta es una mejora con respecto a la técnica anterior, donde los portadores se detienen y se aíslan típicamente, independientemente de si el portador está girando o no.

Después de pasar el punto 402 de decisión, el portador 430 avanza a la sección B. En el punto 404 de decisión, el portador 430 pasa a la sección C. En el punto 406 de decisión, el portador 430 prepara y gira a la sección I, donde se detiene para interactuar con la pipeta 424. Al igual que la sección G, la sección I puede actuar como una cola para la pipeta 424 y el portador 430 puede ser controlado bajo instrucciones locales por el analizador/estación 205B de prueba atendida por la sección I.

Cuando la pipeta 424 se realiza interactuando con el portador 430, el procesador 440 de gestión central puede proporcionar nuevas instrucciones de enrutamiento al portador 430 que le indica al portador 430 que proceda a un camino K de salida. La Ruta 3 puede manejarse de la misma manera que la Ruta 1 y la Ruta 2. Al recibir las instrucciones para la Ruta 3, el portador 430 avanza por la sección I hasta el punto 408 de decisión, donde vuelve a la sección E principal de la pista y pasa por el punto 410 de decisión, la sección F de pista y el punto 412 de decisión (sin necesidad de disminuir la velocidad en algunas realizaciones), y en la sección K, donde el portador 430 y/o la muestra se pueden eliminar del sistema por un portador 430. El portador 430 puede luego reutilizarse para las muestras en la sección J de entrada. Al recibir las instrucciones para la Ruta 4, el portador 430 avanza por la sección D hasta la estación 205C de gestión de muestras y el punto 408 de decisión, donde vuelve a la sección E principal de la pista y luego continúa igual que la Ruta 3.

Fuentes de energía

La Figura 7 muestra un portador 700 de sistema de automatización que tiene una fuente de energía de batería reemplazable. Como se muestra en la Figura 7, el portador 700 puede incluir un mecanismo 702 de acoplamiento de la pista, un sistema 704 eléctrico a bordo, un sistema 706 de propulsión a bordo y una batería 708 reemplazable a bordo. Como se muestra, el mecanismo 702 de acoplamiento de la pista (por ejemplo, las ruedas) se acopla y se desplaza sobre una pista 710. El sistema 704 eléctrico está conectado eléctricamente a la batería 708 reemplazable para recibir energía para el funcionamiento de una o más funciones eléctricas y/o de control del portador 700. Un sistema 706 de propulsión (que incluye, por ejemplo, un motor, un eje de salida, y engranajes) recibe energía a partir de la batería 708 reemplazable para impulsar el portador 700 y recibe comandos a partir del sistema 704 eléctrico para controlar el movimiento del portador 700. En una realización que tiene baterías reemplazables, las baterías son reemplazadas periódicamente por el usuario una vez la energía de la batería está agotada o baja. El portador 700 puede incluir un indicador (no se muestra) para monitorizar la carga de la batería y la vida útil restante de la batería, indicando al usuario cuándo es necesario reemplazar una batería.

Las realizaciones que emplean baterías reemplazables proporcionan una fuente de energía fácil y conveniente para el portador. Esto también tiene la ventaja de bajo coste. El portador también puede construirse para que sea a prueba de agua, o tener un compartimento para la batería a prueba de agua para que el portador pueda lavarse en caso de derrames de líquidos. En una realización alternativa, se puede almacenar una batería de respaldo en cada portador para que el funcionamiento del sistema de automatización no se interrumpa de forma impredecible. Reemplazar las baterías es una operación muy rápida que brinda la ventaja adicional de un tiempo de inactividad relativamente bajo para el portador a la vez que se reemplaza su batería.

La Figura 8 muestra un portador 800 del sistema de automatización que tiene una fuente de energía de batería recargable (o de condensador grande). Como se muestra en la Figura 8, el portador 800 puede incluir un mecanismo 802 de acoplamiento de la pista, un sistema 804 eléctrico a bordo, un sistema 806 de propulsión a bordo, y un paquete 808 de batería recargable a bordo. Como se muestra, el mecanismo de acoplamiento de la pista (por ejemplo, las ruedas) se acopla y viaja sobre una pista 810. El sistema 804 eléctrico está conectado eléctricamente al paquete 808 de batería recargable a bordo para recibir energía para el funcionamiento de una o más funciones eléctricas y/o de control del portador 800. Un sistema 806 de propulsión (por ejemplo, un motor, un eje de salida, y los engranajes) recibe energía de la batería 808 recargable para impulsar el portador 800 y recibe comandos del sistema 804 eléctrico para controlar el movimiento del portador 800. En la realización que se ilustra, el portador 800 también incluye electrodos 812 que se extienden a partir de la parte inferior del portador 800 para acoplar y hacer la conexión eléctrica con un componente 814 de carga. El componente 814 de carga puede incluir la pista 810, un riel de carga, una estación de carga separada de, o incorporada a, la pista 810, o similar. Por ejemplo, la carga se puede proporcionar: a lo largo de toda la pista; a lo largo de secciones de pista seleccionadas; en estaciones de carga; etc. La carga también puede proporcionarse en ubicaciones a lo largo de la pista 810 donde el portador 800 espera o se está actuando, por ejemplo, en módulos o colas.

Un sistema de automatización que tenga portadores con una fuente de energía de batería recargable podría tener carga continua o carga periódica. Por ejemplo, las baterías pueden cargarse periódicamente cuando la energía de la batería está agotada o baja. El portador puede incluir un indicador (no se muestra) para monitorizar la carga de la batería y la vida restante de la batería. Para la carga periódica, el sistema eléctrico en el portador puede determinar cuándo es necesaria una carga y puede indicar a los portadores que vayan y se carguen a sí mismos a medida que la carga de la batería cae por debajo de una cierta carga predeterminada. Esta realización proporciona una ventaja en que no es necesaria la intervención del usuario. En el caso de una solución que involucra una estación de carga, es posible que los portadores no estén disponibles para el sistema de automatización durante la carga. El efecto de esto se puede mitigar por ejemplo, mediante el uso de portadores redundantes, el aumento del tamaño de la batería y/o la programación de la carga en los tiempos de inactividad del sistema de automatización general.

La Figura 9 muestra un portador 900 del sistema de automatización que tiene carga de batería de inducción como su fuente de energía. Como se muestra en la Figura 9, el portador 900 puede incluir un mecanismo 902 de acoplamiento de la pista, un sistema 904 eléctrico a bordo, un sistema 906 de propulsión a bordo, un paquete de baterías de inducción a bordo (o un condensador) y un circuito 908 de carga, y una bobina 910 de inducción a bordo. Como se muestra, el mecanismo de acoplamiento de la pista (por ejemplo, las ruedas) 902 se acopla y viaja sobre una pista 912. El sistema 904 eléctrico está conectado eléctricamente al paquete 908 de batería de inducción para recibir energía para la operación de una o más funciones eléctricas y/o de control del portador 900. El sistema 906 de propulsión (que incluye, por ejemplo, un motor, el eje de salida y engranajes) recibe energía de la batería 908 de inducción para propulsar el portador 900 y recibe comandos del sistema 904 eléctrico para controlar el movimiento del portador 900.

En la realización que se ilustra, la pista 912 y el portador 900 incluyen bobinas de inducción para cargar la batería del portador. Por ejemplo, como se muestra en la Figura 9, la pista 912 puede incluir una bobina 914 de inducción primaria alimentada por medios externos y el portador 900 puede incluir una bobina 910 de inducción secundaria que recoge la electricidad inducida de la bobina 914 de inducción primaria. Como se muestra, la bobina 914 de inducción primaria y la bobina 910 de inducción secundaria a bordo del portador 900 están muy cerca entre sí. En una realización, la bobina 914 de inducción de pista puede ubicarse a lo largo de una parte central de la pista 912 y puede elevarse por encima de la parte de la pista 912 donde se desplazan las ruedas 902 del portador. La bobina 914 de inducción de pista puede proporcionarse: a lo largo de toda la pista; a lo largo de secciones seleccionadas de pista; en estaciones de carga; etc. La carga por inducción también se puede proporcionar en ubicaciones a lo largo de la pista 912 donde el portador 900 espera o se está actuando, por ejemplo, en módulos o colas.

La carga por inducción proporciona la ventaja de transferir de manera inalámbrica la energía eléctrica a partir de una fuente de energía externa conectada a la bobina de inducción de la pista al paquete de baterías del portador a través de la bobina de inducción del portador. La carga por inducción es un método eficaz para la carga en distancias cortas. Dependiendo de la realización, la bobina de inducción primaria podría estar a lo largo de toda la pista para una carga continua, o podría estar en ciertas ubicaciones de carga a lo largo de la pista para una carga periódica. Otra ventaja de la carga por inducción es que no existe peligro de descarga eléctrica con este medio de carga. Además, no hay alambres o cables eléctricos expuestos. Debido a estas ventajas, el portador puede limpiarse o lavarse sin problemas. Otra ventaja de un enfoque de estación de carga es que los costes de operación e instalación de dicho sistema serían mucho más bajos que los de un sistema que utiliza la inducción en toda la pista para la carga.

La Figura 10 muestra un portador 1000 de sistema de automatización que tiene un sistema de energía fotovoltaica para cargar la batería. En algunas realizaciones, el sistema de energía fotovoltaica puede incluir energía fotovoltaica que se puede emplear para generar energía eléctrica convirtiendo la radiación de luz en electricidad de corriente continua utilizando semiconductivos que exhiben el efecto fotovoltaico. El efecto fotovoltaico es la creación de un voltaje (o una corriente eléctrica correspondiente) en un material al exponerse a la luz. En una realización de ejemplo, la generación de energía fotovoltaica puede emplear paneles fotovoltaicos compuestos por una o más celdas fotovoltaicas que tienen un material fotovoltaico que convierte la radiación de luz recibida de una fuente de luz (por ejemplo, una bombilla, LED, etc.) en energía eléctrica.

Como se muestra en la Figura 10, el portador 1000 puede incluir un mecanismo 1002 de acoplamiento de la pista, un sistema 1004 eléctrico a bordo, un sistema 1006 de propulsión a bordo, un paquete de baterías a bordo (o un condensador) y un circuito 1008 de carga, y un módulo o panel 1006 fotovoltaico a bordo que comprende una pluralidad de celdas fotovoltaicas. Como se muestra, el mecanismo 1002 de acoplamiento de la pista (por ejemplo, las ruedas) se acopla y se desplaza sobre una pista 1012. El sistema 1004 eléctrico está conectado eléctricamente a la batería y al circuito 1008 de carga para recibir energía para el funcionamiento de uno o más funciones eléctricas y/o de control del portador 1000. El sistema 1006 de propulsión (por ejemplo, un motor, un eje de salida y engranajes) recibe energía de la batería 1008 para propulsar el portador 1000 y recibe comandos del sistema 1004 eléctrico para controlar el movimiento del portador 1000.

En la realización que se ilustra, la pista 1012 y el portador 1000 incluyen componentes de energía fotovoltaica para cargar la batería a bordo del portador. Por ejemplo, como se muestra en la Figura 10, la pista 1012 puede incluir una fuente 1014 de luz alimentada por medios externos y el portador 1000 puede incluir panel(es) 1016 fotovoltaico(s) que se orientan a la fuente 1014 de luz para absorber la energía fotovoltaica irradiada a partir de la fuente 1014 de luz. Como se muestra, la fuente 1014 de luz de la pista puede incluir uno o más dispositivos emisores de luz (por ejemplo,

cualquier fuente de luz adecuada para aplicaciones de energía fotovoltaica), y la fuente 1014 de luz del portador y el panel(es) 1016 fotovoltaico(s) del portador están muy próximos entre sí. En una realización, la fuente 1014 de luz de la pista puede ubicarse a lo largo de un lado de la pista 1012 y orientarse hacia adentro hacia el centro de la pista 1012. El(los) panel(es) 1016 fotovoltaico(s) puede(n) estar ubicado(s) en un lado del portador 1000 en el lado que se orienta a la fuente 1014 de luz. La fuente 1014 de luz de la pista puede proporcionarse: a lo largo de toda la pista; a lo largo de secciones seleccionadas de pista; en estaciones de carga; etc. La carga fotovoltaica también se puede proporcionar en lugares a lo largo de la pista donde el portador espera o se está actuando, por ejemplo, en módulos o colas.

Debido al tamaño de los portadores utilizados en aplicaciones de diagnóstico in vitro, el portador puede incluir mini paneles fotovoltaicos. Si bien la luz ambiental del instrumento y la sala en donde se encuentra ubicado puede proporcionar cierta energía de luz que el panel fotovoltaico del portador puede absorber, ya que la pista puede tener cubiertas o las fuentes de luz ambiental en un entorno de laboratorio pueden ser variables, la pista que aloja a los portadores incluye preferentemente elementos de iluminación. Además, los elementos de iluminación de la pista pueden emitir luz a ciertas frecuencias de luz en algunas realizaciones para maximizar la transmisión de energía, que incluyen el rango de luz de frecuencia invisible. En el rango visible, la luz azul se puede usar por su mayor contenido de energía.

Los paneles fotovoltaicos cargarían baterías (o grandes condensadores) a bordo del portador, de modo que la alimentación de los sistemas eléctricos del portador, que incluye un sistema de comunicación utilizado para la navegación y la identificación, incluye una fuente de energía constante. Esto también ayudaría al sistema a fallar con gracia si la luz en la pista falla por alguna razón. El nivel de energía transmitido a los portadores se puede ajustar mediante el ajuste del brillo de la fuente de luz.

Un sistema de energía fotovoltaica para alimentar al portador proporciona un sistema de transmisión de energía que permite la transmisión de energía totalmente inalámbrica y, por lo tanto, a los portadores lavables. Esta solución también brinda la ventaja de no generar polvo como resultado de los contactos eléctricos que suministran energía para la carga. El portador no necesariamente sería secuestrado para la carga y, por lo tanto, aumentaría la utilización general del sistema de automatización.

La Figura 11 muestra un portador 1100 del sistema de automatización que tiene un sistema de energía que usa el efecto Peltier para cargar la batería. Como se muestra en la Figura 11, el portador 1100 puede incluir un mecanismo 1102 de acoplamiento de la pista, un sistema 1104 eléctrico a bordo, un sistema 1106 de propulsión a bordo, un paquete de baterías a bordo (o un condensador) y un circuito 1108 de carga, y un dispositivo 1110 de efecto Peltier a bordo. Como se muestra, el mecanismo 1102 de acoplamiento de la pista (por ejemplo, las ruedas) se acopla y viaja sobre una pista 1112. El sistema 1104 eléctrico está conectado eléctricamente a la batería y al circuito 1108 de carga para recibir energía para la operación de una o más funciones eléctricas y/o de control del portador 1100. El sistema 1106 de propulsión (por ejemplo, un motor, un eje de salida y engranajes) recibe energía de la batería 1108 para impulsar el portador 1100 y recibe comandos del sistema 1104 eléctrico para controlar el movimiento del portador 1100.

Como se muestra en la Figura 11, la pista 1112 y el sistema 1110 de energía de efecto Peltier de portador transfieren energía utilizando efectos termoelectrónicos para cargar la batería 1108 de a bordo de un portador 1100 de sistema de automatización. Por ejemplo, como se muestra en la Figura 11, la pista 1112 puede incluir una fuente 1114 de calor y un disipador 1116 de calor (por ejemplo, elementos de refrigeración) alimentados por medios externos, y el portador 1100 puede incluir un dispositivo 1110 de efecto Peltier que interactúa con la fuente 1114 de calor y el disipador 1116 de calor para producir energía a través del efecto Peltier. Como se muestra en la realización que se ilustra, la fuente 1114 de calor puede estar ubicada en un lado de la pista 1112 y el disipador 1116 de calor puede ubicarse en un lado opuesto de la pista 1112 a partir de la fuente 1114 de calor. Como se muestra, el dispositivo 1110 de efectos Peltier a bordo del portador se ubica preferiblemente de modo que se encuentre cerca de la fuente 1114 de calor de la pista y del disipador 1116 de calor de la pista cuando el portador 1100 se desplaza sobre la pista 1112. La combinación de la fuente de calor de la pista y el disipador de calor de la pista puede proporcionarse; a lo largo de secciones seleccionadas de pista; en estaciones de carga; etc. La carga con el efecto Peltier también se puede proporcionar en ubicaciones a lo largo de la pista donde el portador espera o se está actuando, por ejemplo, en módulos o colas.

Un dispositivo Peltier produce una diferencia de voltaje cuando uno de sus lados se calienta y el otro se enfría. Se puede utilizar un portador del sistema de automatización provisto de un dispositivo Peltier y una pista que tiene calefacción en una de las paredes y refrigeración en la otra para transferir energía al portador de forma inalámbrica. El portador podría tener una estructura totalmente cerrada de modo que se pueda limpiar fácilmente si ocurre un derrame de líquido. El dispositivo termoelectrónico puede cargar una batería a bordo (o un condensador grande) para garantizar una fuente de energía sin interrupciones para los componentes electrónicos a bordo del portador.

La Figura 12 muestra un portador 1200 del sistema de automatización que tiene un motor de combustión externa en miniatura. Los componentes a bordo del portador 1200 pueden ser los mismos que los componentes descritos anteriormente con respecto a las Figuras 7-11, que incluyen el mecanismo 1202 de acoplamiento de la pista, un sistema 1204 eléctrico a bordo, un sistema 1206 de propulsión a bordo y un paquete de baterías a bordo (o un condensador) y un circuito 1208 de carga. Sin embargo, esta realización incluye una fuente de energía que comprende

un motor 1210 de combustión externa y un generador 1212 eléctrico conectados por un enlace 1211 mecánico. Como se muestra, la pista 1214 incluye una fuente 1216 de calor y un elemento 1218 de refrigeración en la pista 1214.

El motor de combustión externa en miniatura está diseñado para ser lo suficientemente potente como para mover las cargas (por ejemplo, muestras de pacientes) y generar la energía eléctrica necesaria para ejecutar el sistema de comunicación y navegación eléctrica del portador independiente, autopropulsado y autónomo. Se establece y mantiene una diferencia de temperatura entre los lados caliente y frío del motor de combustión externa para crear la energía para el movimiento mecánico del portador. Los motores Rankine y Stirling son ejemplos de motores de combustión externa que pueden utilizarse para este propósito. El sistema propuesto tendría una pared de la pista calentada que está en contacto con, o muy cerca del portador. La pared de la pista calentada sería el lado caliente del motor. El lado frío del motor puede incluir la pared de la pista opuesta y puede ser: enfriado pasivamente por los disipadores de calor; o enfriado activamente por ejemplo, por un mecanismo de refrigeración. En esta realización, la transmisión de energía entre la pista y el portador sería a través de medios térmicos y sería inalámbrica. Si la pista se calienta y se enfría con energía eléctrica, el sistema general no creará ningún contaminante en el sitio del portador. Dado que no se utiliza ningún cepillo o contacto para transferir la energía, habría una generación mínima de polvo y partículas.

En la realización que se ilustra en la Figura 12, el motor puede usarse en paralelo con un generador eléctrico para cargar baterías (o condensadores grandes) a bordo del portador 1200. Una ventaja de proporcionar unidades de calentamiento a lo largo de la pista 1214 es que el portador 1200 no necesita detenerse para recargarse. Esto aumentaría la disponibilidad de los portadores 1200. Alternativamente, las estaciones de calefacción y refrigeración pueden instalarse para aumentar la eficiencia de uso eléctrico, pero preferiblemente se ubicarían en cantidades y ubicaciones suficientes para no disminuir sustancialmente la utilización de los portadores 1200.

En una realización alternativa, los motores de combustibles fósiles en miniatura pueden incorporarse en un portador y usarse como parte de la automatización de diagnósticos in vitro. El motor en miniatura puede funcionar con combustibles fósiles (por ejemplo, líquido o gas). Se requerirían medios para reabastecimiento periódico. Además, se necesitarían medios para recolectar y eliminar los gases de escape producidos.

En aún otra realización, las celdas de combustible pueden usarse para producir electricidad para hacer funcionar un motor eléctrico en el portador. Periódicamente se requerirá el reemplazo o la reposición del combustible para la celda de combustible. En dicha realización, el sistema debe incluir un medio para eliminar el vapor de agua de los instrumentos. La tecnología de celdas de combustible probablemente también requeriría la miniaturización de los componentes para su uso en aplicaciones de IVD.

Un instrumento como se usa en este documento significa un dispositivo o equipo médico usado con fines médicos para diagnosticar muestras de fluidos del paciente. El instrumento como se usa en este documento incluye un analizador clínico. Algunos instrumentos se utilizan para laboratorios veterinarios y también funcionan con realizaciones de la presente invención. En algunas realizaciones, el paciente podría incluir la mayoría de los animales.

En realizaciones preferidas de la presente invención, las muestras incluyen, pero no se limitan a, una solución para analizar. Una muestra puede incluir estándares y verificadores acuosos, productos de control (por ejemplo, matriz proteica), plasma, suero y/o formas de realización de orina donde un portador tiene cierta capacidad de dirección y puede girar en un punto de decisión sin la ayuda del siguiente interruptor interno, el portador puede activar su mecanismo de dirección para dirigirlo al camino apropiado al acercarse al punto de decisión. Después de girar en el punto de decisión (o continuar sin girar), un portador regresa a la etapa 504 para determinar su próxima trayectoria.

Las realizaciones de la presente invención pueden estar integradas con analizadores y sistemas de automatización existentes. Debe apreciarse que los portadores pueden configurarse en diversas formas y tamaños, que incluyen diseños y configuraciones físicas adecuadas para su uso con cualquier analizador o instrumento contemplado. Por ejemplo, en algunas realizaciones, un portador puede incluir múltiples ranuras para transportar múltiples muestras alrededor de una pista de automatización. Una realización, por ejemplo, puede incluir una disposición física de una parte que sujeta un tubo de un portador con múltiples ranuras en una o más parrillas de transporte. Cada parrilla puede incluir múltiples ranuras (por ejemplo, cinco o más ranuras), cada ranura configurada para sostener un tubo (por ejemplo, un tubo de muestra).

Aunque la invención se ha descrito con referencia a realizaciones de ejemplo, no se limita a las mismas. Los expertos en la técnica apreciarán que pueden realizarse numerosos cambios y modificaciones a las realizaciones preferidas de la invención en la medida en que permanezcan dentro de su alcance como se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un portador (100, 430) independiente para uso en el transporte de una muestra de paciente en un sistema de diagnóstico in vitro, comprendiendo el portador:
una fuente de energía a bordo;
5 la muestra del paciente
un sistema de control eléctrico a bordo conectado eléctricamente a la fuente de energía a bordo para controlar el movimiento y para tomar decisiones instantáneas de dirección y trayectoria del portador en respuesta a las instrucciones de enrutamiento recibidas de forma inalámbrica; y
10 un sistema de propulsión a bordo conectado eléctricamente a la fuente de energía a bordo para impulsar el portador y conectado eléctricamente al sistema eléctrico a bordo para recibir un comando para controlar el movimiento del portador.
2. El portador de la reivindicación 1, en donde la fuente de energía a bordo comprende una fuente de energía de batería reemplazable o recargable, preferiblemente en donde la fuente de energía de batería recargable comprende además: uno o más electrodos conectados eléctricamente a la fuente de energía de batería recargable, el uno o más electrodos que se extienden a partir del portador para hacer contacto eléctrico con un elemento de carga.
15
3. El portador de la reivindicación 1, en donde la fuente de energía a bordo comprende una fuente de energía de carga de la batería de inducción, en donde la fuente de energía de carga de batería de inducción comprende además preferiblemente: una bobina de inducción secundaria a bordo del portador, en donde la bobina de inducción secundaria recoge la electricidad inducida a partir de una bobina de inducción primaria.
- 20 4. El portador de la reivindicación 1, en donde la fuente de energía a bordo comprende una fuente de energía fotovoltaica en donde la fuente de energía fotovoltaica preferiblemente comprende además: uno o más paneles fotovoltaicos a bordo del portador posicionado para orientarse a una fuente de luz para absorber la energía fotovoltaica irradiada a partir de la fuente de luz, el uno o más paneles fotovoltaicos que comprenden un material fotovoltaico que convierte la radiación de energía fotovoltaica recibida de la fuente de luz en energía eléctrica.
- 25 5. El portador de la reivindicación 4, alternativa preferida, en donde la fuente de luz está ubicada a lo largo de un lado de una pista sobre la cual viaja el portador, la fuente de luz de la pista está orientada hacia adentro hacia el centro de la pista, y en donde los paneles fotovoltaicos a bordo están ubicados en un lado del portador, en el lado que está orientado hacia la fuente de luz.
- 30 6. El portador de la reivindicación 1, en donde el portador comprende además un compartimento de batería a prueba de agua.
7. El portador de la reivindicación 1, en donde el portador es autopropulsado.
8. El portador de la reivindicación 1, en donde el sistema de propulsión está configurado para controlar al menos uno de: (i) una o más bobinas electromagnéticas en el portador y (ii) uno o más imanes en el portador para controlar el movimiento del portador a través de las fuerzas magnéticas.
- 35 9. Un analizador para uso con diagnósticos in vitro que comprende:
una pista (170, 200) configurada para proporcionar uno o más caminos; y
una pluralidad de portadores (100, 430) configurados para viajar a lo largo de la pista, que incluyen uno o más portadores que comprenden:
una fuente de energía a bordo;
40 un sistema eléctrico a bordo conectado eléctricamente a la fuente de energía a bordo para controlar el movimiento y para tomar decisiones instantáneas de dirección y trayectoria de uno o más portadores en respuesta a instrucciones de enrutamiento recibidas de forma inalámbrica; y
un sistema de propulsión a bordo conectado eléctricamente a la fuente de energía a bordo para propulsar uno o más portadores y conectado eléctricamente al sistema eléctrico a bordo para recibir un comando para controlar el movimiento de uno o más portadores a lo largo de la pista.
45
10. El analizador de la reivindicación 9, en donde el analizador incluye uno o más portadores y además comprende al menos un mecanismo de acoplamiento de la pista configurado para acoplar la pista y mover el portador a lo largo de la pista y el sistema de propulsión a bordo comprende al menos un dispositivo de actuación configurado para recibir comandos del sistema eléctrico a bordo para controlar el movimiento del portador.
- 50 11. El analizador de la reivindicación 9, en donde el analizador comprende además:

una pluralidad de bobinas electromagnéticas en al menos una de la pista y el uno o más portadores; y

una pluralidad de imanes en al menos uno de los otros de la pista y el uno o más portadores,

en donde el sistema de propulsión a bordo está configurado para controlar la pluralidad de bobinas electromagnéticas y la pluralidad de imanes para impulsar uno o más portadores a lo largo de la pista.

- 5 12. El analizador de la reivindicación 9, en donde la fuente de energía a bordo comprende una fuente de energía de batería reemplazable o recargable o de inducción o fotovoltaica.

13. Un método para controlar el movimiento de un portador (100, 430) independiente en un sistema de diagnóstico in vitro, comprendiendo el método:

usar uno o más portadores independientes para transportar una o más cargas útiles en una pista (170, 200),

- 10 cada uno de los uno o más portadores independientes que comprenden una fuente de energía a bordo, un sistema de control eléctrico a bordo conectado eléctricamente a la fuente de energía a bordo para controlar el movimiento y para tomar decisiones instantáneas de dirección y trayectoria de uno o más portadores en respuesta a instrucciones de enrutamiento recibidas de forma inalámbrica y un sistema de propulsión a bordo conectado eléctricamente al sistema eléctrico a bordo;

- 15 recibir, en el sistema eléctrico, la energía de la fuente de energía a bordo;

recibir, en el sistema de propulsión a bordo, un comando del sistema eléctrico para controlar el movimiento de uno o más portadores; y controlar el movimiento de uno o más portadores a lo largo de la pista utilizando el sistema de propulsión a bordo.

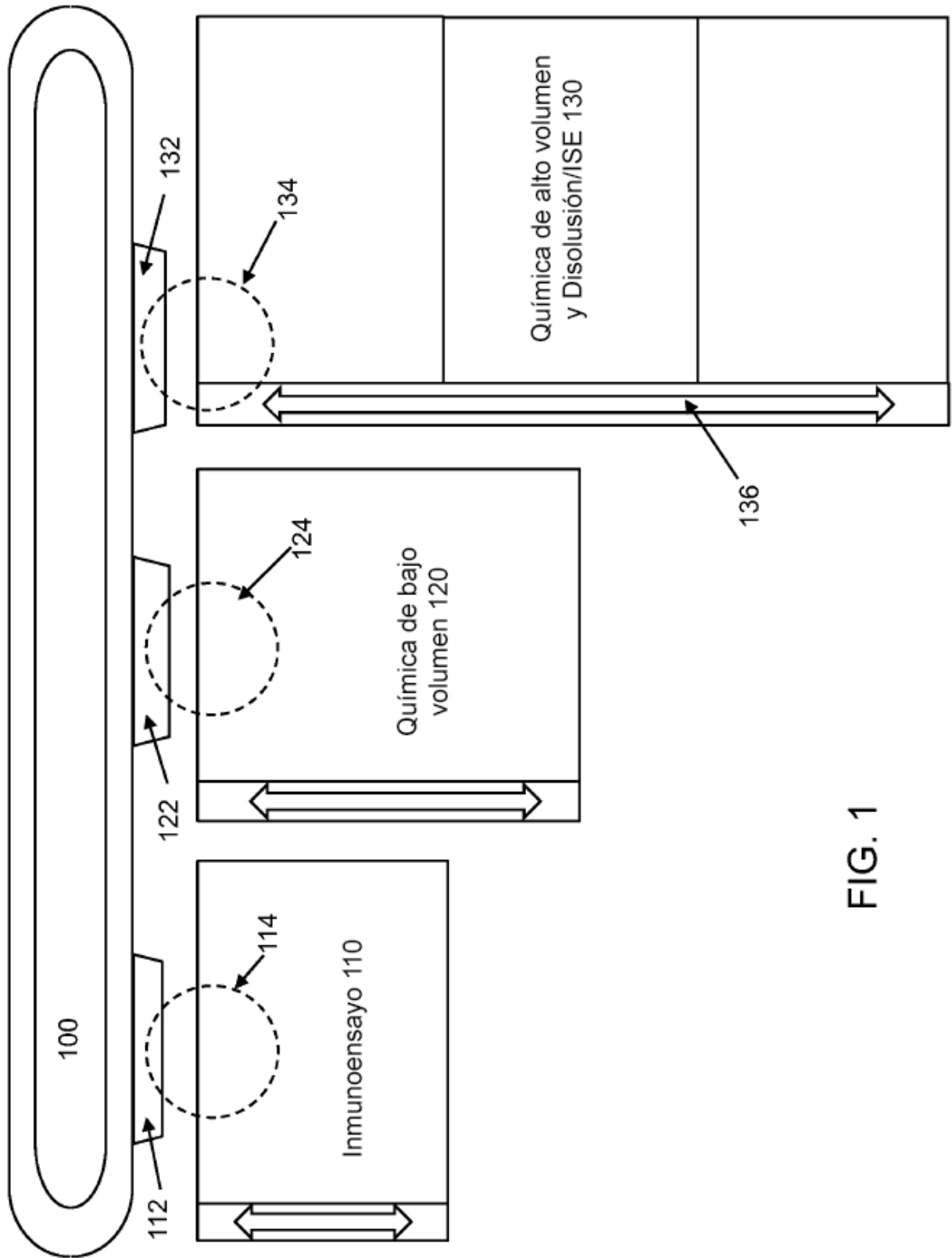


FIG. 1

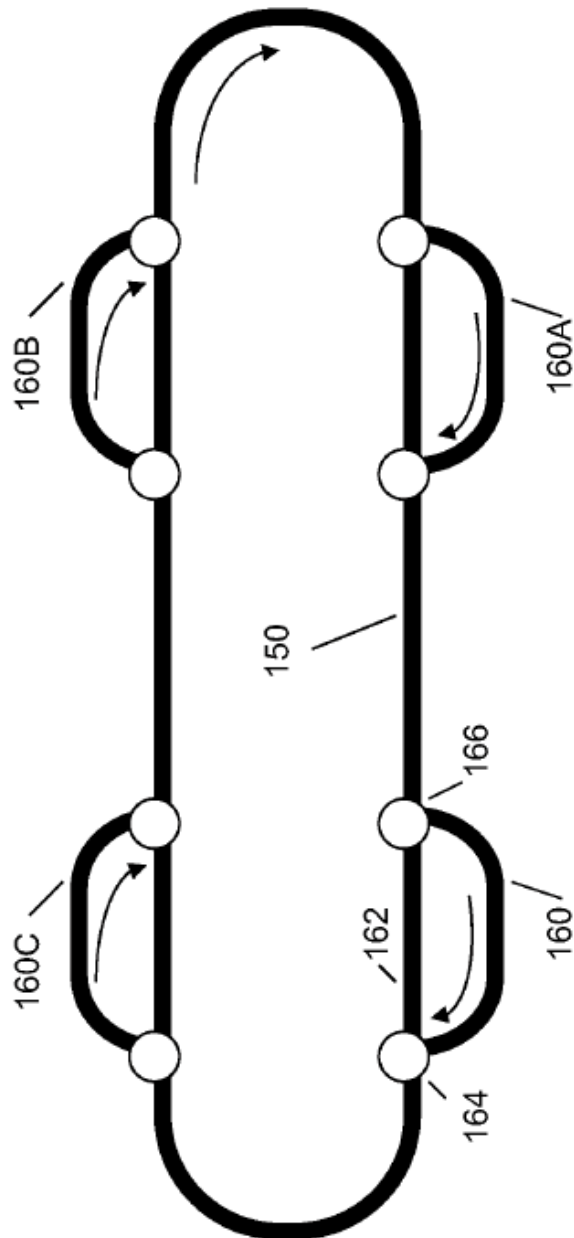


FIG. 2A

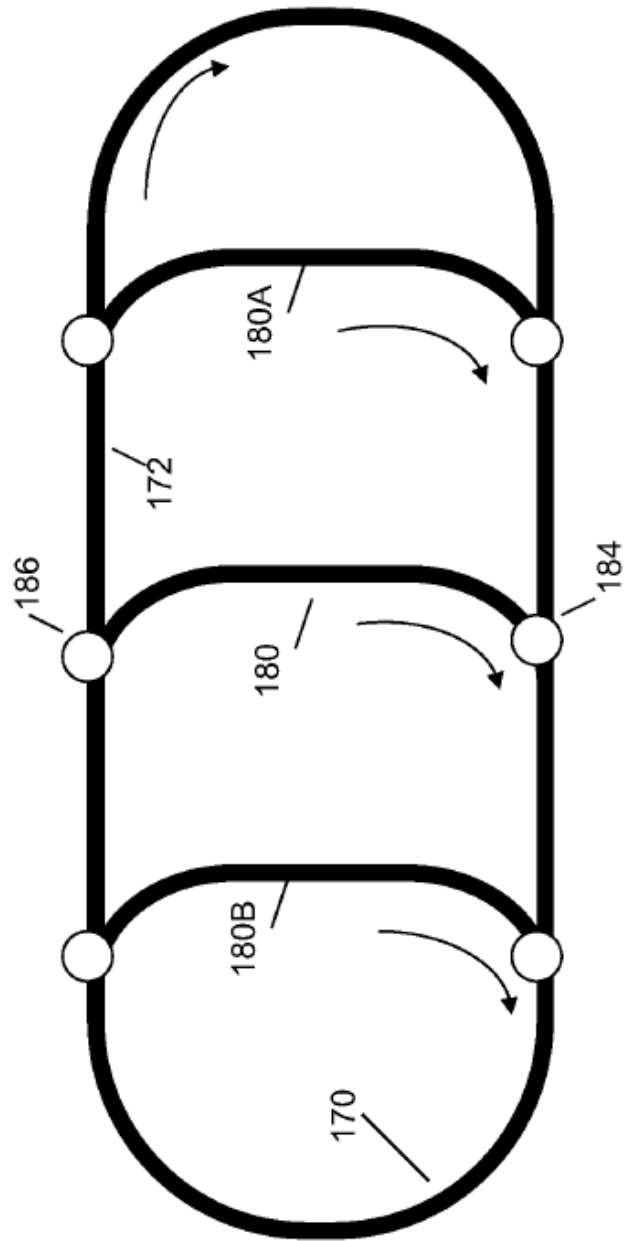


FIG. 2B

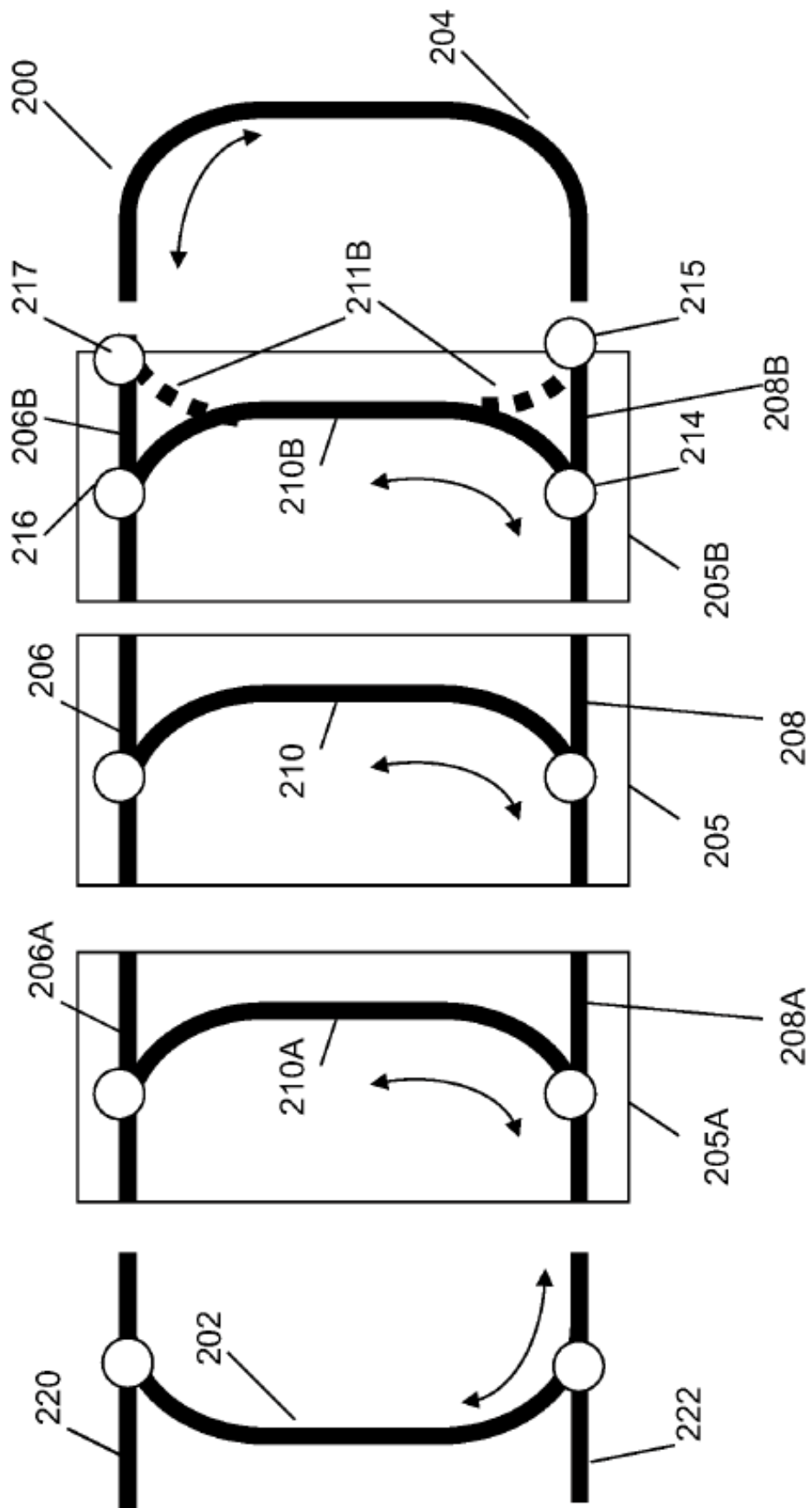


FIG. 3

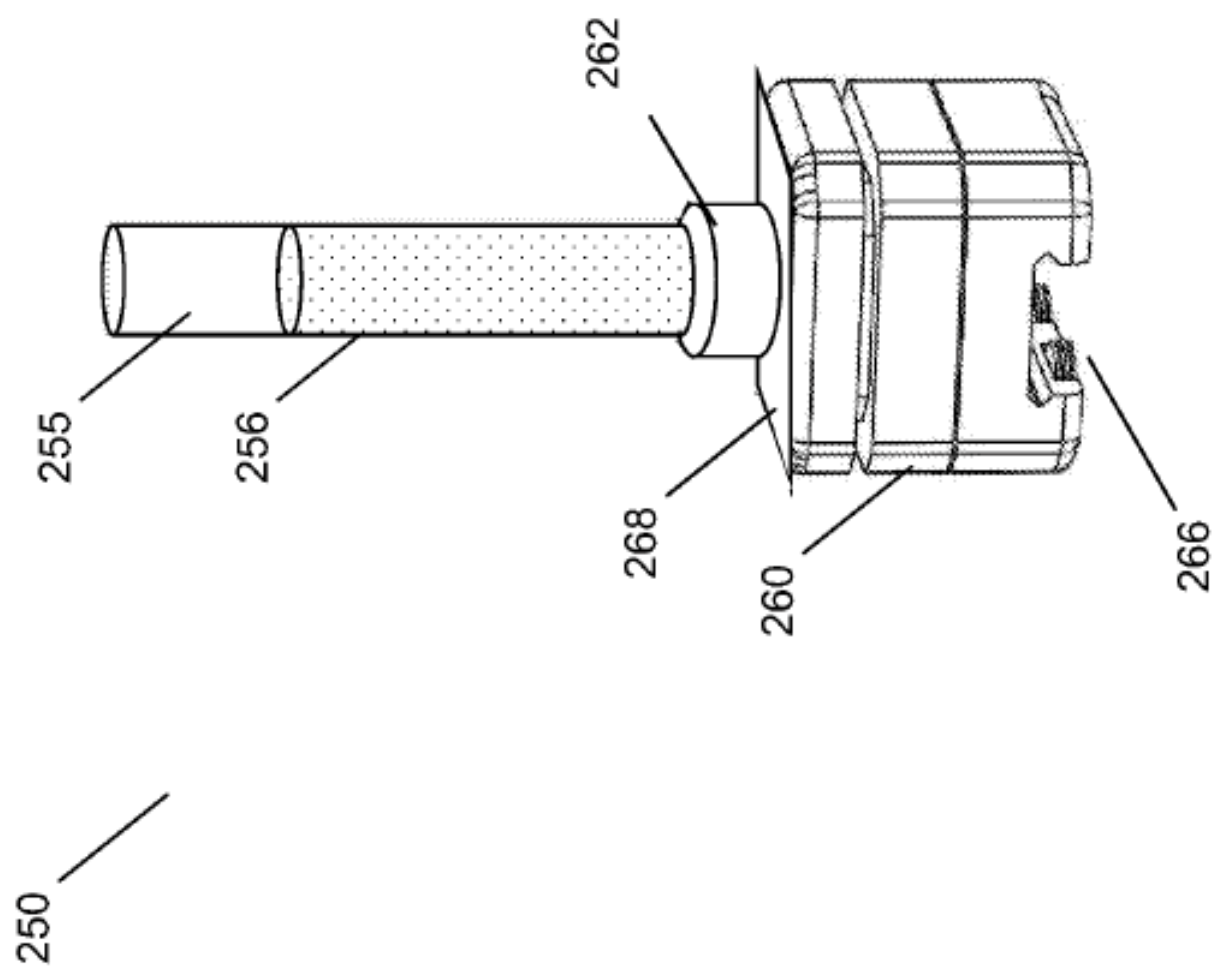


FIG. 4A

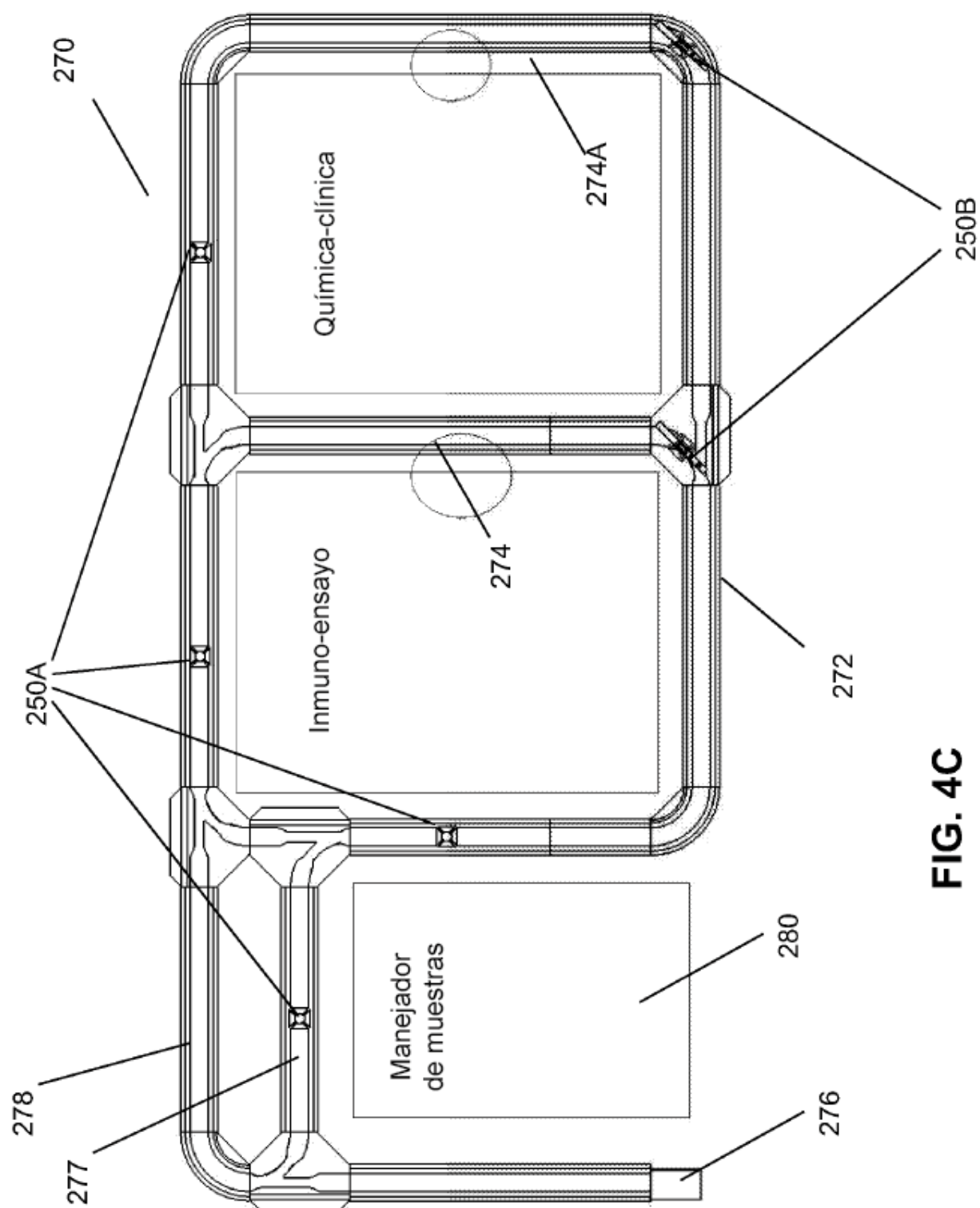


FIG. 4C

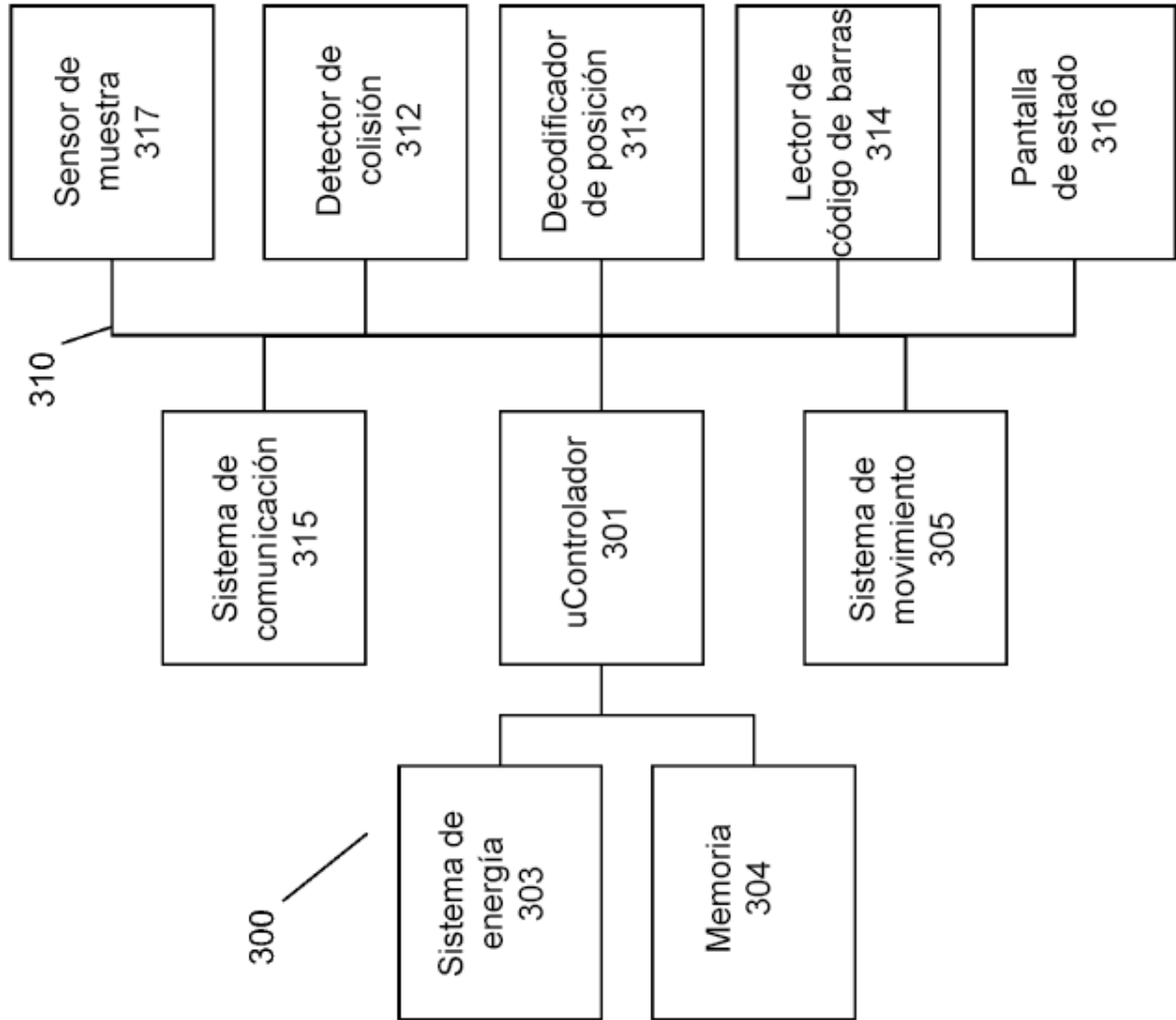
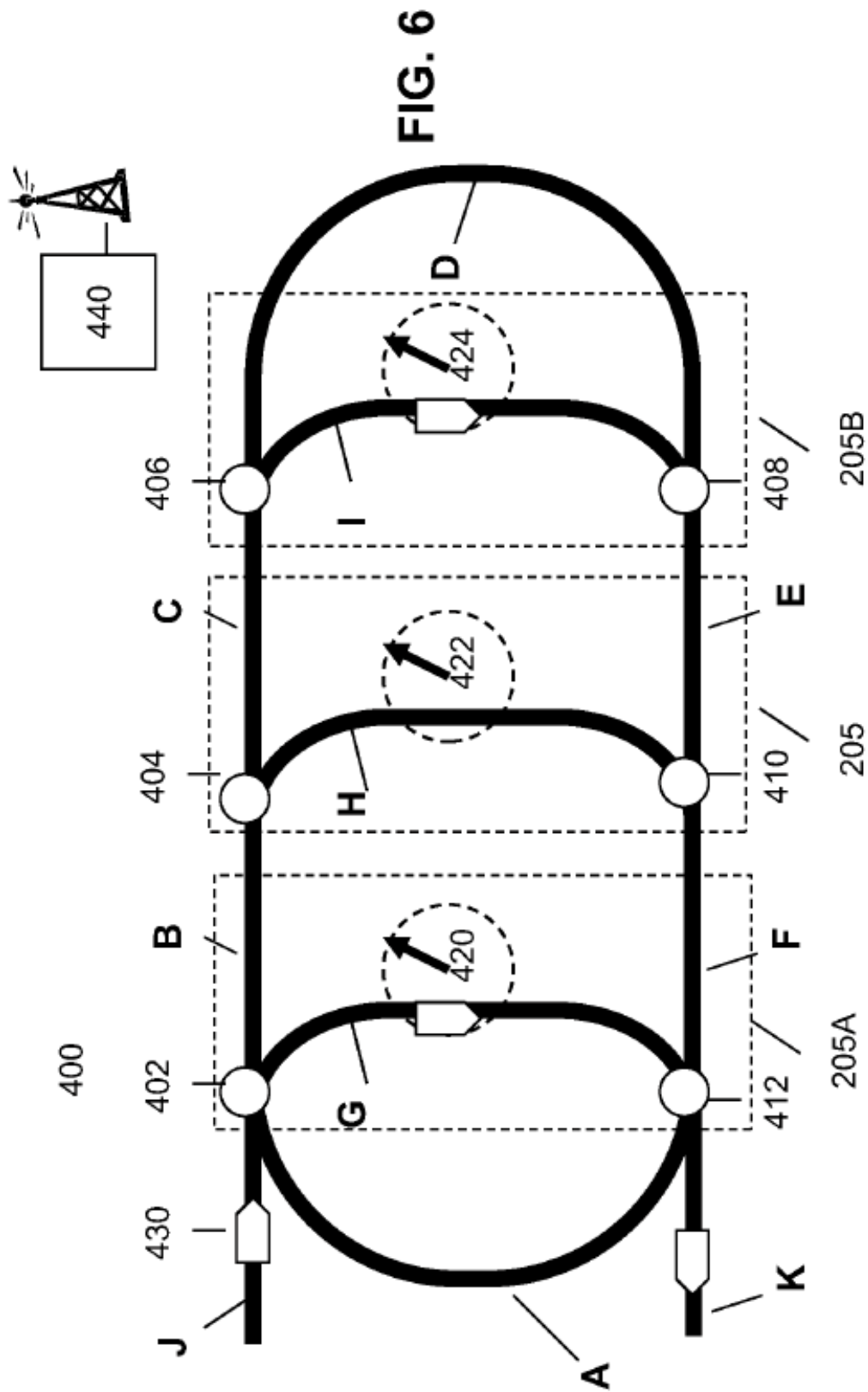


FIG. 5



Ruta 1: J -> G, Parar
 Ruta 2: G -> A -> B -> C -> I, Parar
 Ruta 3: I -> E -> F -> K, Fin

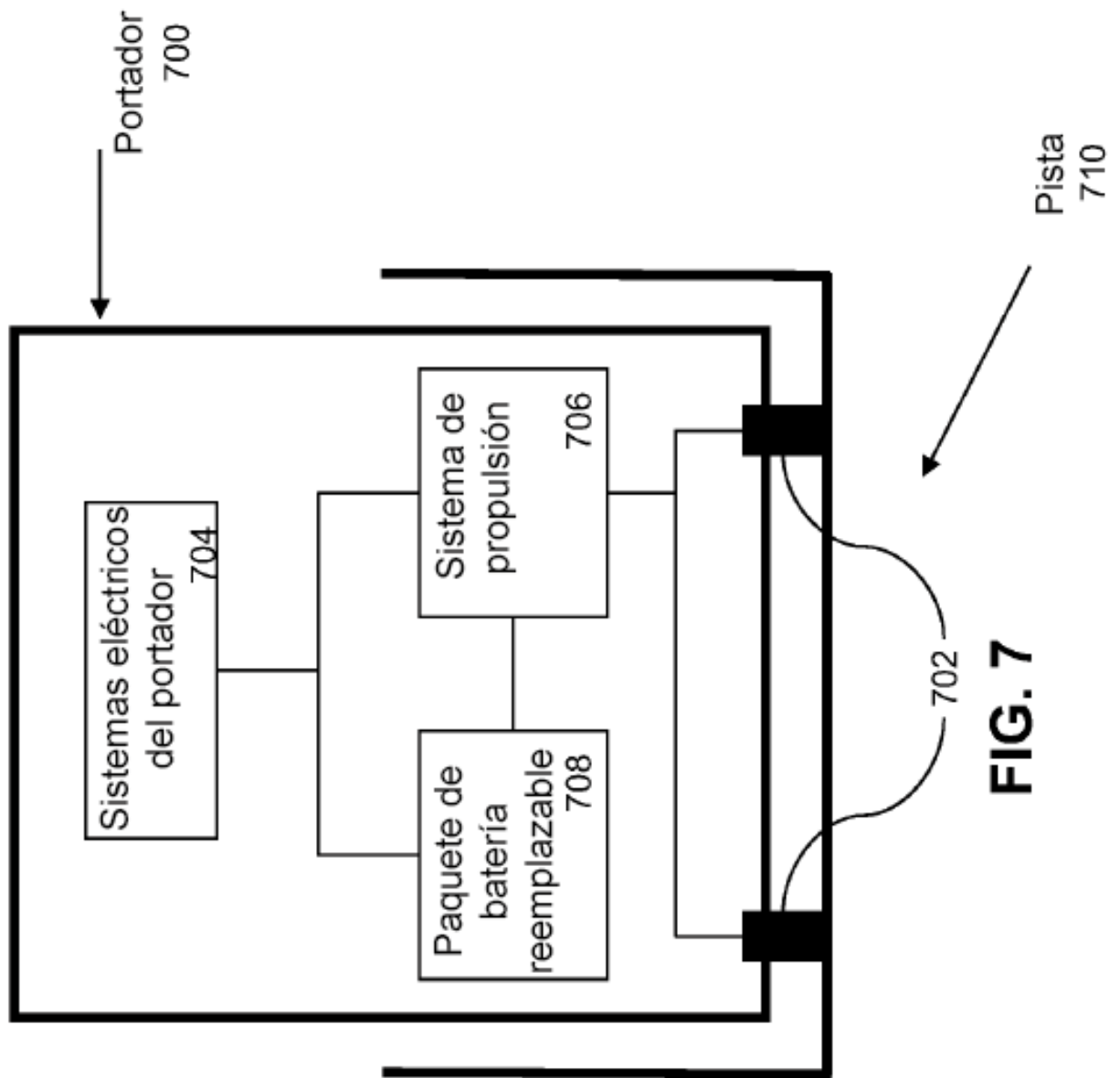


FIG. 7

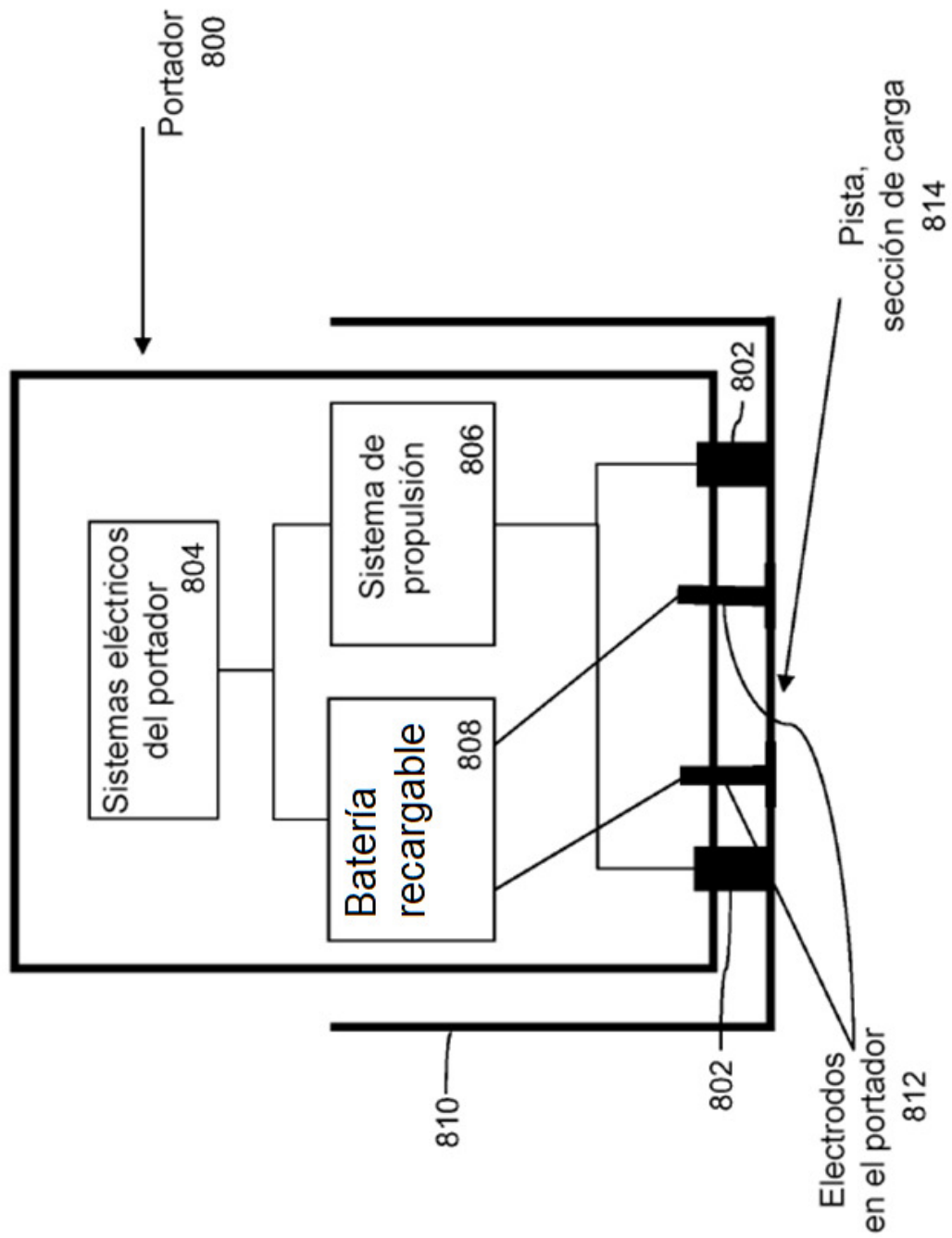


FIG. 8

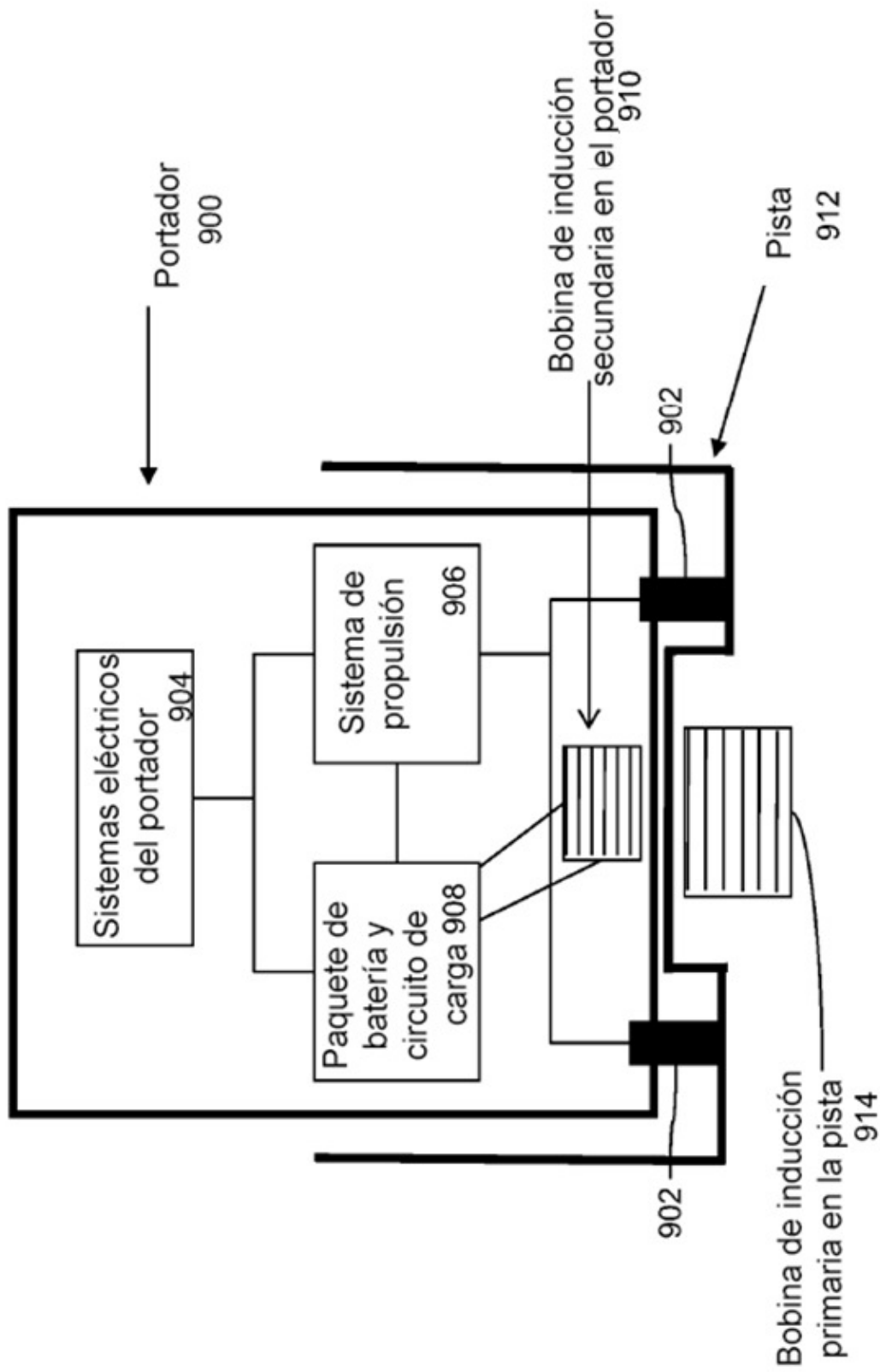


FIG. 9

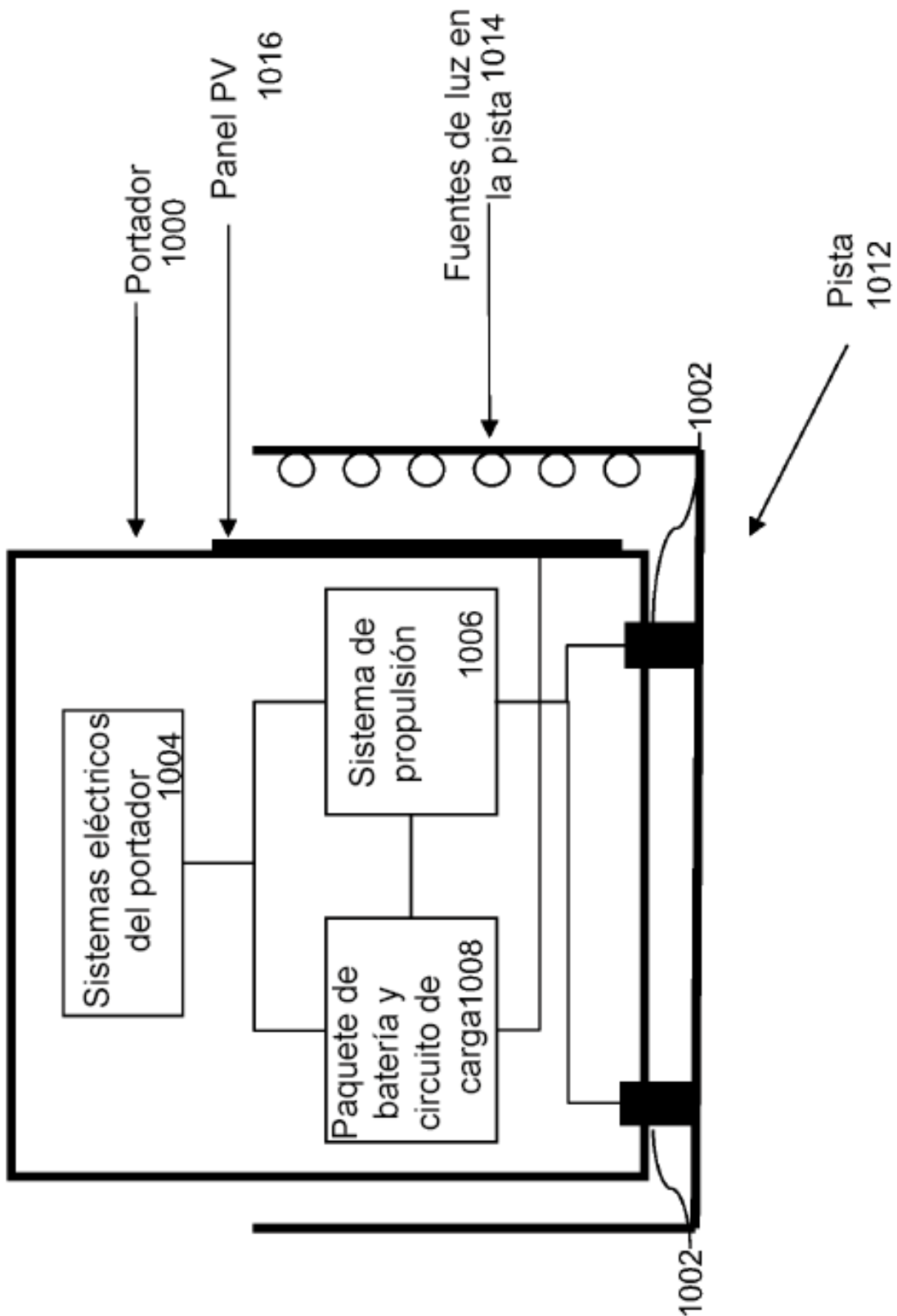


FIG. 10

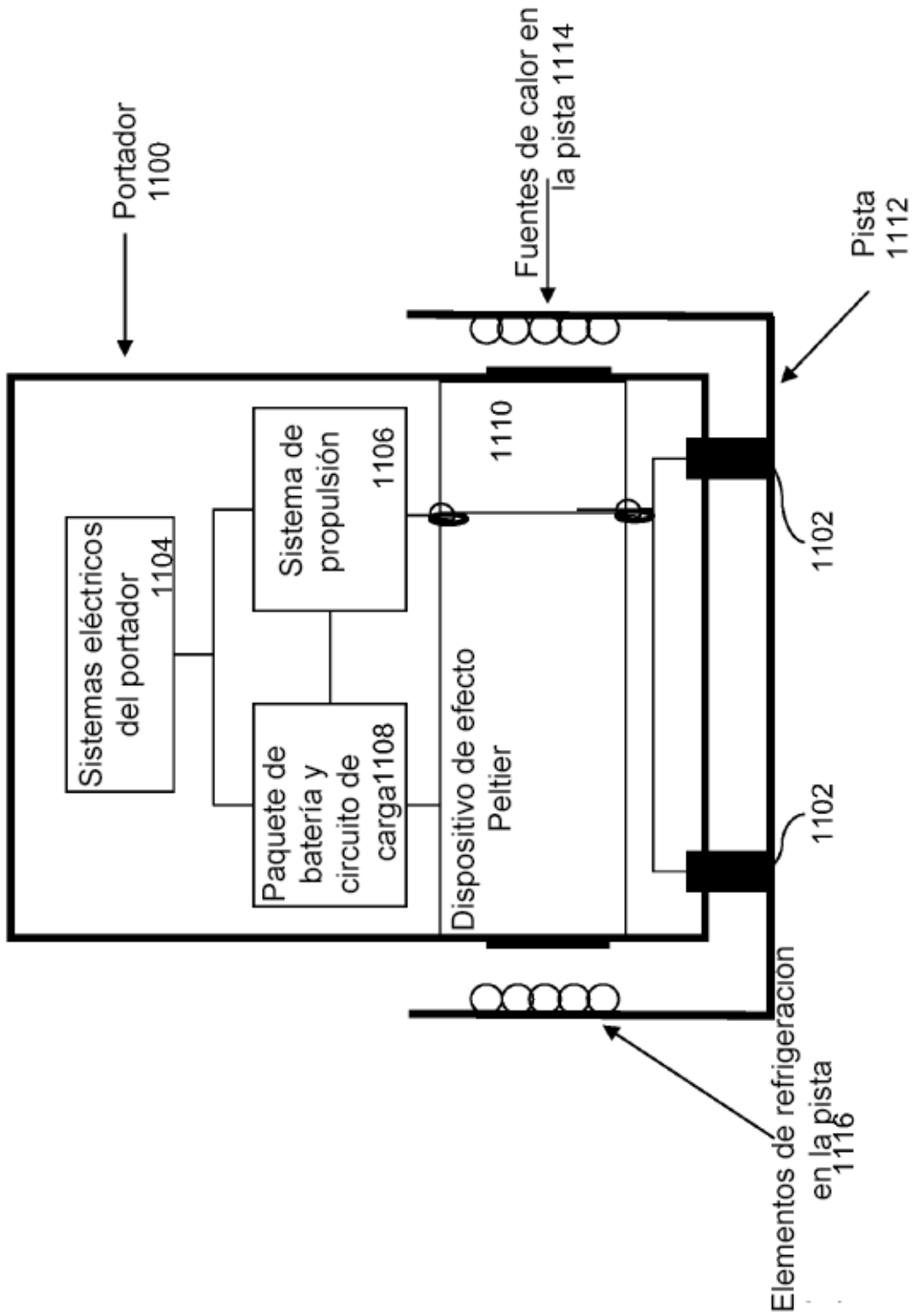


FIG. 11

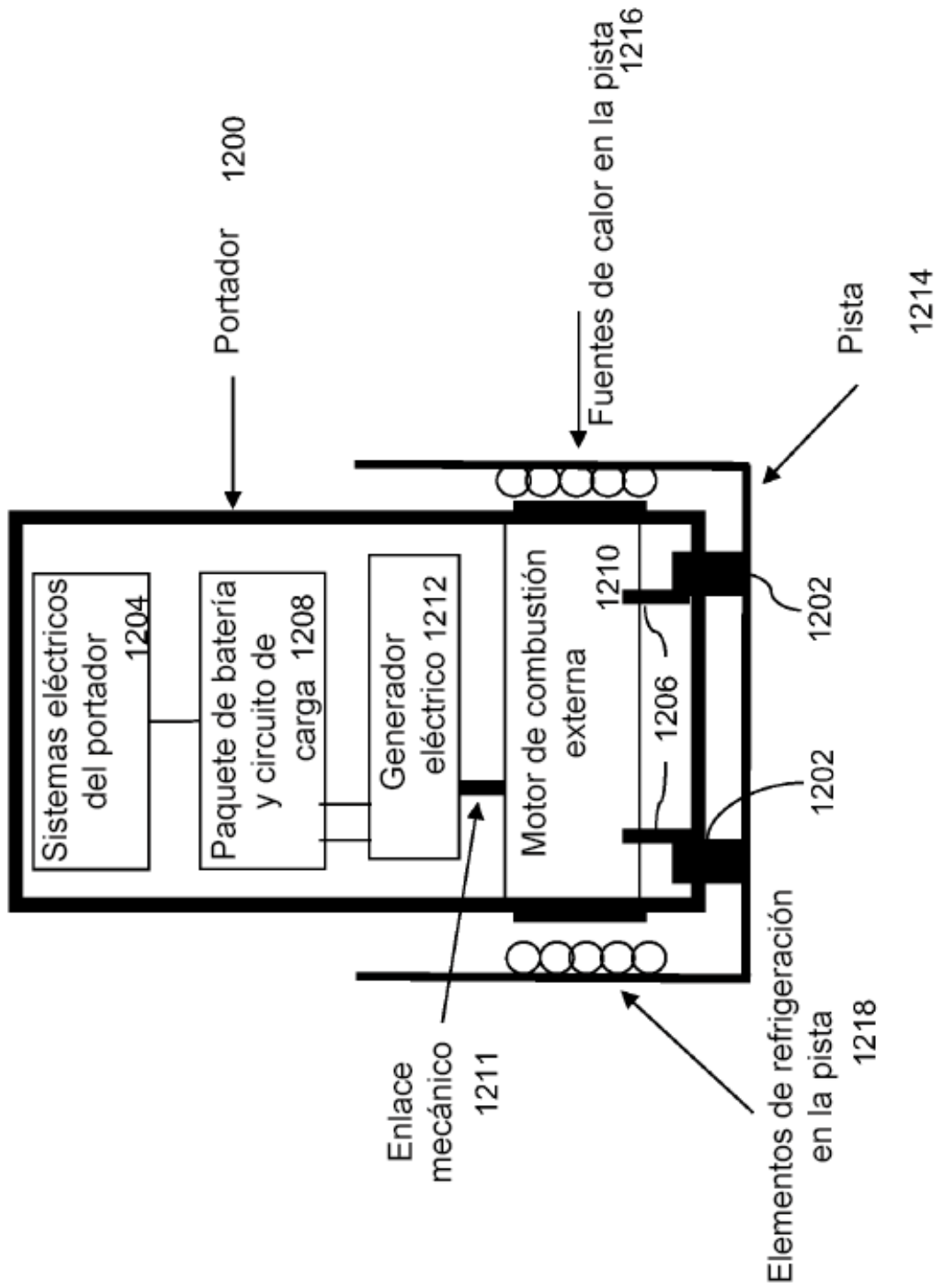


FIG. 12