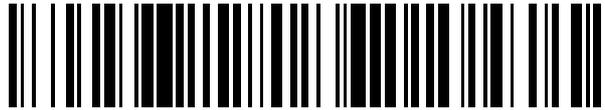


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 717 619**

51 Int. Cl.:

G01N 35/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.11.2009 PCT/US2009/065139**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.05.2010 WO10059818**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.11.2009 E 09764129 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.01.2019 EP 2350672**

54 Título: **Sistema para seguimiento de recipientes en analizadores de laboratorio automatizados por identificación por radiofrecuencia**

30 Prioridad:

20.11.2008 US 274479

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

24.06.2019

73 Titular/es:

**ABBOTT LABORATORIES (100.0%)
100 Abbott Park Road
Abbott Park, IL 60064-3500, US**

72 Inventor/es:

FRITCHIE, PATRICK

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 717 619 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema para seguimiento de recipientes en analizadores de laboratorio automatizados por identificación por radiofrecuencia

5

Antecedentes de la invención**1. Campo de la invención**

Esta invención se refiere a sistemas que utilizan analizadores de laboratorio automatizados, y más en concreto, a sistemas que utilizan analizadores de laboratorio automatizados que requieren identificación de recipientes para muestras biológicas y reactivos.

2. Explicación de la técnica

15

Las implementaciones anteriores para la identificación de reactivos y otros artículos consumibles para analizadores de laboratorio automatizados han utilizado tecnología de código de barras. Los códigos de barras se colocan en artículos de interés, tales como, por ejemplo, recipientes de reactivo, recipientes de muestra, por ejemplo, tubos de prueba, y racks de tubos de prueba, y son explorados selectivamente por un lector de código de barras para la identificación y el seguimiento de información asociada con dichos artículos.

20

25

La tecnología de código de barras tiene varias limitaciones que impiden las arquitecturas de óptima eficiencia de los analizadores automatizados para uso en laboratorios. La lectura de códigos de barras requiere una línea de visión directa desde el lector de código de barras al código de barras. Además, el código de barras ocupa típicamente gran parte de la superficie de un recipiente de reactivo o tubo de prueba. Dado que el código de barras ocupa dicha área superficial grande, los recipientes de reactivo y los recipientes de muestra deben estar separados una distancia grande, y, en consecuencia, los recipientes de reactivo y los recipientes de muestra ocupan una zona grande del analizador. Otro efecto adverso del uso de una zona grande del analizador es que el rango de movimiento de los dispositivos de aspiración, tales como, por ejemplo, las pipetas, y del equipo de refrigeración debe incrementarse en gran medida. Otro efecto adverso de tecnología de código de barras es que hay que usar lectores de códigos de barras de complejidad creciente porque los lectores de códigos de barras requieren profundidades de campo variables. Los tamaños de los códigos de barras y las superficies de los recipientes de reactivo y recipientes de muestra limitan la cantidad de datos que pueden estar asociados con los recipientes. Los códigos de barras no pueden ser actualizados para tener en cuenta cambios en la cantidad de reactivo o muestra, es decir, el número de pruebas restantes, o la fecha de caducidad en placa del reactivo después de que el recipiente de reactivo ha sido abierto. Además, la limpieza y la alineación de las ventanas de lector de código de barras supone aproximadamente la mitad de los problemas de lectura de códigos de barras referidos en su ámbito.

30

35

40

La tecnología de identificación por radiofrecuencia (a continuación denominada alternativamente "RFID") puede ser usada como un sustituto de los códigos de barras y lectores de códigos de barras con el fin de promover arquitecturas más eficientes para analizadores. Pueden colocarse etiquetas RFID en una pequeña parte de la superficie de un recipiente de reactivo y leerse en estrecha proximidad a un lector de RFID, minimizando por ello la zona que precisa el analizador, y minimizando también el rango de movimiento necesario para dispositivos de aspiración, por ejemplo, pipetas y equipo de refrigeración. Las etiquetas RFID utilizan típicamente chips de memoria a base de silicio, que puede contener muchas veces más información que los códigos de barras. Puede escribirse en las etiquetas RFID y éstas pueden ser actualizadas con información relativa al analizador, el entorno y el recipiente de reactivo, proporcionando por ello un mejor funcionamiento del analizador, una mejor cadena de custodia y mayor seguridad para los consumidores. Las etiquetas RFID pueden ser leídas en un amplio rango de condiciones medioambientales, con el resultado de que la limpieza y la alineación de los códigos de barras no son necesarias.

45

50

55

Ha habido algunos intentos de utilizar etiquetas RFID en el entorno de los analizadores de laboratorio automatizados. Véase, por ejemplo, la Patente de Estados Unidos número 6.879.876; la Publicación de la Solicitud de Patente de Estados Unidos número 2004/0258565; la Publicación de la Solicitud de Patente de Estados Unidos número 2005/0019943; la Publicación de la Solicitud de Patente de Estados Unidos número 2005/0036907; la Publicación de la Solicitud de Patente de Estados Unidos número 2005/0106747; la Publicación de la Solicitud de Patente de Estados Unidos número 2005/0186114; WO 2004/044824 y WO 2005/024385. La Publicación de la Solicitud de Patente de Estados Unidos número 2008/0024301 describe un sistema para automatización de analizadores de laboratorio que utiliza etiquetas de identificación por radiofrecuencia (RFID) y lectores de identificación por radiofrecuencia (RFID) para identificar recipientes y vasos, y su contenido, que se emplean en el sistema. Las etiquetas de identificación por radiofrecuencia, conforme a las directrices de ISO 18000 e ISO 14443 o ISO 15693, se colocan en los artículos de interés, tal como, por ejemplo, recipientes de reactivo, recipientes de muestra y microplacas. Estas etiquetas pueden ser leídas y escritas por una antena móvil conectada a un lector de RFID o una antena estacionaria conectada a un lector de RFID. La lectura de etiquetas RFID y la escritura en etiquetas RFID son controladas por software.

60

65

Se desea un sistema para actualizar datos relativos a muestras y reactivos. Se desea un sistema que permita el movimiento de un reactivo de un sistema automatizado a otro en el caso del fallo de un sistema automatizado o una reasignación de la carga de trabajo de un sistema automatizado. Se desea un sistema automatizado que permita la actualización de los datos demográficos de pacientes, por lo que los resultados de los ensayos de numerosas muestras biológicas pueden ser correlacionados con varios datos estadísticos asociados con los pacientes que aportan las muestras biológicas.

Resumen de la invención

Esta invención proporciona un sistema para automatización de analizadores de laboratorio que utiliza etiquetas de identificación por radiofrecuencia (RFID) y lectores de identificación por radiofrecuencia (RFID) como se expone en la reivindicación 1 y un método de analizar una muestra biológica en un sistema incluyendo un analizador automatizado como el expuesto en la reivindicación 11. El sistema se usa para identificar recipientes y vasos, y su contenido, que se emplean en el sistema. Las etiquetas de identificación por radiofrecuencia, conforme a las directrices de ISO 18000 e ISO 14443 o ISO 15693, se colocan en los artículos de interés, tal como, por ejemplo, recipientes de reactivo, recipientes de muestra y microplacas. Estas etiquetas pueden ser leídas y escritas por una antena estacionaria conectada a un lector de identificación por radiofrecuencia. La lectura de etiquetas de identificación por radiofrecuencia y la escritura en etiquetas de identificación por radiofrecuencia son controladas por software.

En una realización, el sistema incluye al menos un lector estacionario de identificación por radiofrecuencia. Para que el al menos único lector de identificación por radiofrecuencia lea datos de una etiqueta de identificación por radiofrecuencia asociada con un recipiente, el recipiente es movido a una posición próxima a, y preferiblemente en correspondencia con, una antena dada conectada al lector de identificación por radiofrecuencia. La potencia del lector de identificación por radiofrecuencia es atenuada a un nivel tal que la antena dada tiene que estar en estrecha proximidad a la etiqueta de identificación por radiofrecuencia, por lo que la cantidad de ruido y la interferencia de etiquetas de identificación por radiofrecuencia próximas en otros recipientes son insuficientes para afectar adversamente a la integridad de los datos recibidos por la antena dada conectada al lector de identificación por radiofrecuencia.

Según una realización, cada antena, que es una traza en una placa de circuitos impresos, funciona como una antena separada para un lector de identificación por radiofrecuencia. En otros términos, el lector de identificación por radiofrecuencia está conectado a una pluralidad de antenas, estando colocada cada antena en una posición diferente. Las dimensiones de la antena son importantes, porque las dimensiones de la antena determinan la densidad de la energía de radiofrecuencia usada. La longitud de la antena no tiene que corresponder a algún múltiplo de la longitud de onda de energía de radiofrecuencia, por ejemplo, media longitud de onda, un cuarto de longitud de onda.

Inicialmente se consideró que tanto la antena conectada al lector de identificación por radiofrecuencia como la antena de la etiqueta de identificación por radiofrecuencia tenían que tener una longitud que era una fracción de la longitud de onda. Típicamente, las antenas destinadas a recibir señales de radiofrecuencia están diseñadas para 1/4 o 1/2 longitud de onda. Por ejemplo, para calcular un cuarto de longitud de onda de una antena FM dipolo: 3×10^8 m/s dividido por 92×10^6 ciclos/s es igual a 3,26 metros. Un cuarto de 3,26 metros es igual a 0,815 metro, que es aproximadamente 32 pulgadas, que es el tamaño aproximado de una antena de automóvil. Dada una frecuencia de 13,56 MHz, esta longitud de onda sería 22,1 metros/ciclo. En base a este valor, incluso una fracción muy pequeña de la longitud de onda requeriría una antena muy grande. Aunque esta teoría se utiliza para diseñar antenas para aplicaciones de campo lejano, otro fenómeno tenía lugar en la región de campo próximo entre el lector de identificación por radiofrecuencia y la etiqueta de identificación por radiofrecuencia. Tiene lugar acoplamiento de campo próximo cuando dos circuitos resonantes están suficientemente cerca de modo que un circuito pasivo podría ser estimulado por el circuito activo. Así, usando la misma frecuencia de 13,56 MHz, la inductancia de la antena podría adaptarse a un condensador y hacer que el circuito resonase a 13,56 MHz, independientemente de la longitud de la antena. La frecuencia es igual a [1 dividido por 2π veces la raíz cuadrada del producto de la inductancia (L) y la capacitancia (C)].

Con el fin de implementar el sistema de esta invención, una etiqueta de identificación por radiofrecuencia puede colocarse en la parte inferior de un recipiente. A menudo es deseable poner una etiqueta de identificación por radiofrecuencia encapsulada en la parte inferior de un recipiente.

En otro aspecto, se facilita un método por el que el sistema previamente descrito puede leer los datos de etiquetas de identificación por radiofrecuencia colocadas en recipientes.

El sistema descrito en este documento proporciona la capacidad de agregar información leída con un recipiente además del identificador de muestra o el identificador de reactivo. Para recipientes de muestra, la información leída, distinta del identificador de muestra, puede incluir (a) datos demográficos de pacientes, (b) la fecha en que se obtuvo la muestra, (c) la prueba o pruebas a realizar en la muestra, (d) el tipo de muestra, (e) el tipo de recipiente, etc. El sistema proporciona la capacidad de hacer el seguimiento de las condiciones de envío y almacenamiento que

5 pueden afectar a la integridad de una muestra biológica. Además, el sistema puede ser usado para escribir información, tal como, por ejemplo, operaciones de centrifugación realizadas, operaciones de aspiración realizadas, contaminación potencial o dilución de una muestra por material transportado por la punta de un dispositivo de aspiración, condiciones de temperatura de la muestra, condiciones de congelación-descongelación de la muestra, etc.

10 Para recipientes de reactivo, la información leída, distinta del identificador de reactivo, puede incluir (a) datos de calibración para el reactivo, (b) número de lote del reactivo, (c) número de serie del reactivo, (d) identificación de componentes del reactivo, (e) identificación del ensayo, (f) fecha de caducidad del reactivo, (g) tamaño del kit, (h) información de prospecto, (i) hoja de datos de seguridad del material, (j) protocolo de ensayo, etc. El sistema proporciona la capacidad de hacer el seguimiento de las condiciones de envío y almacenamiento que pueden afectar a la integridad de un reactivo. Además, el sistema puede ser usado para escribir información tal como (a) pruebas restantes, (b) fecha de caducidad en placa (después de que el recipiente ha sido abierto), (c) operaciones de aspiración realizadas, y (d) contaminación potencial o dilución de muestras y reactivos por material transportado por la punta de un dispositivo de aspiración, etc.

15 Para microplacas, la información leída, distinta del identificador de microplaca, puede incluir (a) número de lote de fabricación de una microplaca, (b) número de serie de una microplaca, (c) fecha de caducidad del reactivo o reactivos en la microplaca, etc. El sistema proporciona la capacidad de hacer el seguimiento de las condiciones de envío y almacenamiento que pueden afectar a la integridad de la microplaca. Además, el sistema puede ser usado para escribir información tal como (a) fecha de uso, (b) pasos de procesamiento realizados, (c) caducidad en placa de la microplaca (después de que la microplaca ha sido abierta), etc.

20 El uso de un sistema de identificación por radiofrecuencia permite una arquitectura física más compacta de lo que sería posible con la tecnología de código de barras eliminando los requisitos de línea de visión y separación espacial, (b) mejorando la fiabilidad (en entornos extremos) de información leída en un recipiente, vaso y microplaca. El uso de un sistema de identificación por radiofrecuencia también permite la orientación apropiada física de recipientes, es decir, el sistema asegura que un recipiente dado, vaso, microplaca esté en la posición apropiada antes de su uso.

25 La identificación por radiofrecuencia puede ser usada para aumentar la cantidad de información acerca del recipiente, el vaso o la microplaca. Además, una etiqueta de identificación por radiofrecuencia puede ser actualizada; un código de barras no puede ser actualizado. Además, la información puede ser enlazada directamente a una base de datos, proporcionando por ello (a) mejor funcionamiento del analizador o analizadores automatizados en un sistema, (b) mejor cadena de custodia, es decir, mejor información relativa a las posiciones ocupadas por un recipiente dado en el presente y en tiempos previos al presente, y (c) mayor seguridad para los pacientes asegurando resultados exactos de ensayos. Esta información incluye información relativa al analizador, el entorno, es decir, los entornos experimentados durante el envío, el almacenamiento y el uso del contenido del recipiente.

30 El sistema también proporciona la capacidad de verificar positivamente una muestra o de identificar un reactivo durante la aspiración o dispensación, permitiendo por ello dar al operador del sistema acceso físico a muestras y reactivos, excepto a las muestras y reactivos que actualmente están siendo aspirados o dispensados. El acceso físico a muestras o reactivos actualmente aspirados o dispensados deberá estar prohibido para el operador con el fin de asegurar la seguridad del operador.

35 **Breve descripción de los dibujos**

40 La figura 1 es una vista en sección transversal de un portador de recipientes de muestra que soporta dos recipientes de muestra, es decir, tubos de muestra. Etiquetas de identificación por radiofrecuencia están unidas a los extremos inferiores de los tubos de muestra.

45 La figura 2 es una vista en alzado lateral que representa dos portadores de recipientes de muestra que soportan tres recipientes de reactivo. Etiquetas de identificación por radiofrecuencia están unidas a los extremos inferiores de los recipientes de reactivo. El contenido de uno de los recipientes de reactivo representados se usa en ensayos de química clínica. El contenido de dos de los recipientes de reactivo representados se usa en inmunoensayos.

50 La figura 3 es una vista en perspectiva que representa una microplaca. Una etiqueta de identificación por radiofrecuencia está unida a la base de la microplaca.

55 La figura 4 es una vista en planta superior de una parte de una zona de un sistema para almacenamiento y estadiación de recipientes de muestra del tipo representado en la figura 1, recipientes de reactivo del tipo representado en la figura 2, y microplacas del tipo representado en la figura 3.

La figura 5 es una vista en planta superior de una realización de una placa de circuitos impresos que tiene una serie de antenas de identificación por radiofrecuencia. La placa de circuitos impresos representada en la figura 5 puede ser usada con la parte de la zona del sistema representado en la figura 4.

5 La figura 6 es una vista en planta superior de otra realización de una placa de circuitos impresos que tiene una serie de antenas de identificación por radiofrecuencia. La placa de circuitos impresos representada en la figura 6 puede ser usada con la parte de la zona del sistema representado en la figura 4.

10 La figura 7 es un diagrama de circuito que ilustra circuitos que conectan un transceptor de dispositivo de lectura/escritura de identificación por radiofrecuencia a antenas asignadas en bancos de antenas en una placa de circuitos impresos. Cada circuito de banco contiene un componente de atenuación.

15 La figura 8A es una vista en planta superior de una placa de circuitos impresos de capas múltiples que soporta una pluralidad de antenas conectadas a un lector de identificación por radiofrecuencia. La capa superior incluye dos columnas de antenas. La capa inferior incluye una columna de antenas. En la figura 8A, las antenas de la capa inferior se representan en transparencia.

20 La figura 8B es una vista en planta superior de una placa de circuitos impresos de capas múltiples que soporta una pluralidad de antenas conectadas a un lector de identificación por radiofrecuencia. La capa superior incluye dos columnas de antenas. La capa inferior incluye una columna de antenas. En la figura 8B, las antenas de la capa superior se representan en transparencia.

Descripción detallada

25 En el sentido en que se usa aquí, la expresión "identificación por radiofrecuencia", o "RFID", es un término genérico para tecnologías que utilizan ondas de radio para identificar automáticamente objetos, como, por ejemplo, recipientes para muestras biológicas y recipientes para reactivos para análisis de muestras biológicas. El método más común de identificación es almacenar un número de serie que identifica el objeto, y tal vez otra información relativa al objeto o su contenido, en un microchip que está montado en una antena. El microchip y la antena juntos se denominan un transpondor de identificación por radiofrecuencia o una etiqueta de identificación por radiofrecuencia. La antena permite que el microchip transmita la información de identificación y otra información a una antena conectada a un lector de identificación por radiofrecuencia. El lector de identificación por radiofrecuencia convierte las ondas de radio transmitidas desde la etiqueta de identificación por radiofrecuencia a información digital que después puede pasarse a ordenadores que pueden hacer uso de ella.

35 En el sentido en que se usa aquí, la expresión "sistema de identificación por radiofrecuencia", o "sistema RFID", incluye una etiqueta de identificación por radiofrecuencia formada por un microchip con una antena, y un interrogador de identificación por radiofrecuencia o lector de identificación por radiofrecuencia con una antena. El lector de identificación por radiofrecuencia envía ondas electromagnéticas. La antena de etiqueta está sintonizada para recibir dichas ondas. Una etiqueta pasiva de identificación por radiofrecuencia toma potencia del campo creado por el lector y la utiliza para alimentar los circuitos del microchip. El microchip modula entonces las ondas que la etiqueta pasiva de identificación por radiofrecuencia devuelve al lector de identificación por radiofrecuencia, que convierte las ondas recibidas por el lector de identificación por radiofrecuencia a datos digitales.

45 En el sentido en que se usa aquí, los microchips en etiquetas de identificación por radiofrecuencia pueden ser "microchips de lectura-escritura", "microchips de lectura solamente", o "microchips de escritura única y lecturas múltiples". En el caso de microchips de lectura-escritura, puede añadirse información a la etiqueta de identificación por radiofrecuencia o la información existente puede escribirse cuando la etiqueta de identificación por radiofrecuencia está dentro del rango de un lector de identificación por radiofrecuencia. Los microchips de lectura-escritura tienen generalmente un número de serie que no puede ser sobrescrito. Pueden usarse bloques de datos adicionales para almacenar información adicional acerca de los artículos a los que la etiqueta de identificación por radiofrecuencia está unida. Estas etiquetas de identificación por radiofrecuencia pueden ser bloqueadas para evitar la sobrescritura de datos o encriptadas para evitar la revelación de datos de propiedad o la revelación de datos que pondrían en peligro la privacidad de un paciente. Los microchips de lectura solamente tienen información almacenada en ellos durante el proceso de fabricación. Su información nunca se puede cambiar. Los microchips de escritura única y lecturas múltiples tienen un número de serie y otros datos escritos en ellos una vez, y dicha información no puede ser sobrescrita posteriormente.

60 En el sentido en que se usa aquí, las "etiquetas activas de identificación por radiofrecuencia" tienen un transmisor y su propia fuente de potencia, típicamente una batería. La fuente de potencia se usa para el funcionamiento de la circuitería del microchip y para emitir una señal a un lector de identificación por radiofrecuencia. La circuitería del microchip puede realizar posiblemente alguna especie de función de supervisión. Las "etiquetas pasivas de identificación por radiofrecuencia" no tienen batería. En cambio, las etiquetas pasivas de identificación por radiofrecuencia toman potencia del lector de identificación por radiofrecuencia, que envía ondas electromagnéticas que inducen una corriente en la antena de la etiqueta. Las "etiquetas semipasivas" utilizan una batería para el funcionamiento de la circuitería del microchip, pero comunican tomando potencia del lector de identificación por

radiofrecuencia. Cualquier tipo de los tipos anteriores de etiquetas de identificación por radiofrecuencia puede ser usado en el sistema de esta invención.

5 En el sentido en que se usa aquí, la expresión “colisión de etiquetas” tiene lugar cuando más de un transpondor devuelve una señal al mismo tiempo, confundiendo al lector de identificación por radiofrecuencia. Se puede usar algoritmos para “singularizar” las etiquetas.

10 En el sentido en que se usa aquí, el término “lector de identificación por radiofrecuencia” o “lector” significa un dispositivo que tiene la función de proporcionar un medio para comunicar con una etiqueta de identificación por radiofrecuencia y facilitar la transferencia de datos a y de una etiqueta de identificación por radiofrecuencia. Las funciones realizadas por un lector de identificación por radiofrecuencia pueden incluir acondicionamiento de señal bastante sofisticado, clasificación de señales, verificación de error de paridad, y corrección. Una vez que la señal de una etiqueta de identificación por radiofrecuencia ha sido correctamente recibida y descodificada, pueden aplicarse algoritmos para decidir si la señal es una transmisión de repetición, y pueden ordenar entonces que la etiqueta de identificación por radiofrecuencia deje de transmitir. Este tipo de interrogación es conocido como “protocolo de respuesta a orden” y se usa para evitar el problema de leer una pluralidad de etiquetas de identificación por radiofrecuencia en un corto espacio de tiempo. Una técnica alternativa implica que el lector de identificación por radiofrecuencia busque etiquetas de identificación por radiofrecuencia con identidades específicas, y que las interroge por orden. Cae dentro del alcance de esta invención utilizar un solo lector de identificación por radiofrecuencia o una pluralidad de lectores de identificación por radiofrecuencia. Un lector de identificación por radiofrecuencia está conectado a una sola antena o a una pluralidad de antenas.

25 En el sentido en que se usa aquí, la expresión “región de campo próximo” quiere decir la región próxima de una antena donde la distribución de campo angular depende de la distancia de la antena. El campo próximo es la parte del campo irradiado que está dentro de una fracción de una longitud de onda de la antena. En el sentido en que se usa aquí, la expresión “región de campo lejano” quiere decir la región fuera de la región de campo próximo, donde la distribución de campo angular es esencialmente independiente de la distancia de la fuente. Si la fuente tiene una dimensión general máxima D que es grande en comparación con la longitud de onda, se considera comúnmente que la región de campo lejano está a distancias superiores a D^2/λ de la fuente, siendo λ la longitud de onda.

30 En el sentido en que se usa aquí, el término “microplaca” significa una placa plana que tiene múltiples “cavidades” usadas como pequeños tubos de prueba. Puede verse una explicación adicional de las microplacas en “Microtiter plate - Wikipedia, the free encyclopedia” en la página web http://en.wikipedia.org/wiki/Microtiter_plate.

35 En el sentido en que se usa aquí, la expresión “dimensión de una antena”, y análogos, se refiere a la medida de la región plana de la antena, es decir, la zona del plano de la antena. Por ejemplo, si el diámetro de la traza de una antena en una placa de circuitos impresos es “d”, el área de la antena es $\pi(d/2)^2$.

40 En el sentido en que se usa aquí, el término “traza” significa un diseño impreso en algo, tal como, por ejemplo, una antena circular impresa en una placa de circuitos. Una traza incluye típicamente un alambre hecho de material conductor, tal como, por ejemplo, cobre, que tiene típicamente un diámetro pequeño, tal como, por ejemplo, del orden de aproximadamente 0,004 pulgada a aproximadamente 0,008 pulgada.

45 Los componentes disponibles en el mercado adecuados para uso en la presente invención se exponen en la Tabla I:

TABLA I

Artículo	Proveedor	Número de modelo
Lector RFID	Escort Memory Systems (EMS), Scotts Valley, California	HF-CNTL-232-01
Etiquetas RFID para recipientes para análisis de química clínica	Escort Memory Systems (EMS), Scotts Valley, California	HMS-112
Etiquetas RFID para racks para soportar recipientes de muestra	Escort Memory Systems (EMS), Scotts Valley, California	HMS-108
Etiquetas RFID para microplacas	Escort Memory Systems (EMS), Scotts Valley, California	HMS-108
Etiquetas RFID para recipientes para análisis de inmunoensayo	Escort Memory Systems (EMS), Scotts Valley, California	LRP-P125
Placa de antena personalizada	Wavetrix, Inc. Richardson, Texas	
Pipeta Microlab STARlet (4 canales de pipetear)	Hamilton Company, Reno, Nevada	173000-001
Software Hamilton Vector	Hamilton Company, Reno, Nevada	

Labware Hamilton: (a) Base portadora Multi-Flex con apiladores de inmunoensayo, química clínica y microplaca (b) Soporte de 2 posiciones para puntas desechables (c) Soporte de 4 posiciones para puntas desechables (d) Agarradores de núcleo de microplaca (e) Canales de fluido a granel	Hamilton Company, Reno, Nevada	
Método y clases de líquido personalizados para procesar inmunoensayos y ensayos de química clínica	Abbott Laboratories, Abbott Park, Illinois	
Labware personalizado: (a) Rack de almacenamiento de reactivos de inmunoensayo con elemento dispersante (b) Rack de almacenamiento de reactivos de química clínica (c) Rotador de microplaca con control de incubación (d) Bandeja portadora de muestras y racks	Abbott Laboratories, Abbott Park, Illinois	
Controlador de movimiento multiteje	Pro-Dex Oregon Micro Systems, Beaverton, Oregon	MAXp-8000
Accionador de motor	Intelligent Motion Systems, Marlborough, Connecticut	
Controladores de calentador; Almohadillas calefactoras y termistores	Watlow Electric Manufacturing Company, St. Louis, Missouri	

5 Las etiquetas de identificación por radiofrecuencia pueden aplicarse permanentemente a un componente dado, es decir, recipiente, por medio de un proceso de moldeo o por medio de un proceso de unión. Las etiquetas de identificación por radiofrecuencia aplicadas por moldeo o unión no son reutilizables. Sin embargo, las etiquetas de identificación por radiofrecuencia pueden hacerse reutilizables asegurándose de que los recipientes de reactivo, los recipientes de muestra o las microplacas sean destruidos y de que las etiquetas de identificación por radiofrecuencia sean recuperadas.

10 La lectura de etiquetas de identificación por radiofrecuencia y la escritura de etiquetas de identificación por radiofrecuencia pueden realizarse usando protocolos ISO 14443, 15693 o 18000, todos los cuales se incorporan aquí por referencia, o combinaciones de los protocolos ISO anteriores. Estos protocolos utilizan un modelo de comunicación de tres capas:

- 15 (a) capa de aplicación
(b) capa de comunicación
(c) capa física.

20 El modelo de comunicación de tres capas, primariamente la capa de comunicación, realizará las funciones de detección de errores, corrección de errores, autenticación de identidad, prevención de colisión, etc. Estas funciones pueden considerarse automáticas, porque son parte del protocolo para permitir que el lector de identificación por radiofrecuencia comunique con la etiqueta de identificación por radiofrecuencia.

25 La capa de aplicación maneja la información contenida en la etiqueta de identificación por radiofrecuencia. Tal información puede incluir al menos parte de la información de la Tabla II:

TABLA II

Clase de datos	Datos específicos
Identificador de etiqueta	Identificador único para recipiente

<p>Datos de fabricación</p>	<p>(a) Número(s) de revisión de reactivo(s)</p> <p>(b) Número(s) de serie de reactivo(s)</p> <p>(d) Identificador(es) de componentes</p> <p>(e) Número(s) de lote de reactivo(s)</p> <p>(f) Datos de estabilidad/caducidad de reactivo(s)</p> <p>(g) Horas/fechas de fabricación de reactivo(s)</p> <p>(h) Configuración(es) de ensayo(s) (por ejemplo, número de recipientes de reactivo necesarios)</p> <p>(i) Número de pruebas en recipiente(s)</p> <p>(j) Componentes asociados de ensayo(s)</p> <p>(k) Datos de calibración para ensayo(s)</p> <p>(l) Hoja de datos de seguridad del material</p> <p>(m) Protocolo de ensayo</p> <p>(n) Prospecto</p>
<p>Datos de envío y almacenamiento</p>	<p>(a) Temperatura(s) de reactivo durante el envío</p> <p>(b) Horas/fechas de movimientos de envío y períodos de almacenamiento</p> <p>(c) Posiciones y fechas de períodos de almacenamiento</p>
<p>Datos de analizador y uso</p>	<p>(a) Horas/fechas de apertura(s) de recipiente(s) de reactivo</p> <p>(b) Número de aspiraciones de recipiente(s) de reactivo</p> <p>(c) Contaminación o dilución por transferencia o potencial de reactivo(s) o muestra(s)</p> <p>(d) Algoritmos de encriptado para protección de datos</p> <p>(e) Otros algoritmos para asegurar la integridad de datos</p>

- 5 La capa de comunicación define la manera en que los lectores de identificación por radiofrecuencia y las etiquetas de identificación por radiofrecuencia comunican. La capa de comunicación incluye, aunque sin limitación, algoritmos de prevención de colisión, algoritmos de verificación de paridad, algoritmos de verificación de error y algoritmos de autenticación de identificación. Después de conocer el identificador único de una etiqueta de identificación por radiofrecuencia, se puede utilizar un protocolo determinista para asegurar la selectividad. La operación de un protocolo determinista se describe, por ejemplo, en “RFID Traceability: A Multilayer Problem”, Gildas Avoine y Philippe Oechslin, Ecole Polytechnique Federale De Lausanne, 2005, incorporado aquí por referencia.
- 10 La capa física define la interfaz real y especifica al menos lo siguiente: radiofrecuencia (por ejemplo, 13,56 MHz, 860 MHz, 960 MHz), modulación, codificación de datos, temporización, etc.
- 15 La capacidad de memoria de una etiqueta de identificación por radiofrecuencia adecuada para uso en esta invención es típicamente del rango de aproximadamente 112 a 736 bytes. Esta cantidad de bytes puede exceder de la de una etiqueta de código de barras típica. Los lectores de identificación por radiofrecuencia y otras etiquetas de identificación por radiofrecuencia (especificadas en ISO 18000 e ISO 14443 o ISO 15693) que usan 16 bits para la dirección pueden soportar una capacidad de memoria de hasta 128 kilobytes. La disponibilidad de memoria se puede variar, pero puede llegar a un nivel de hasta 32 kilobytes por operación de lectura. Así, las etiquetas de

identificación por radiofrecuencia que tienen más de 32 kilobytes de memoria requerirían que el lector efectuase múltiples operaciones de lectura.

- 5 Los detalles operativos del sistema de esta invención pueden ser controlados por un ordenador. Además, pueden implementarse algunos algoritmos de integridad de datos de nivel superior. Un ejemplo de un algoritmo de integridad de datos de nivel superior es uno que indique que la lectura de la misma etiqueta de identificación por radiofrecuencia desde múltiples antenas es un error. Los algoritmos de nivel superior adecuados para uso en esta invención son conocidos por los expertos en la técnica
- 10 La alta selectividad requiere estrecha proximidad del lector y las etiquetas de identificación por radiofrecuencia. Además, el uso de metal o de un material que exhiba propiedades parecidas a las de los metales (tal como plástico impregnado con carbono), se evita preferiblemente en el sistema, porque el metal interfiere con la identificación por señales de radiofrecuencia.
- 15 Las figuras 1-3 ilustran varias realizaciones de recipientes de reactivo y recipientes de muestra. La figura 5 ilustra una placa de circuitos impresos conteniendo una pluralidad de antenas conectadas a un lector de identificación por radiofrecuencia. La figura 1 ilustra dónde se pueden unir etiquetas de identificación por radiofrecuencia a recipientes de muestra. Con referencia ahora a la figura 1, un rack 10 tiene una pluralidad de ranuras 12 para soportar recipientes de muestra 14, por ejemplo, tubos de prueba. Cada ranura 12 está separada de la ranura adyacente por un dispositivo de agarre elástico 16. Cada dispositivo de agarre elástico 16 incluye un agarrador de tubo 16a y un agarrador de tubo 16b. Los dispositivos de agarre elásticos 16 están colocados de modo que el agarrador 16a de un dispositivo de agarre 16 mire al agarrador 16b de un dispositivo de agarre adyacente 16. Un recipiente de muestra 14 está insertado entre el agarrador 16a de un dispositivo de agarre 16 y el agarrador 16b de un dispositivo de agarre adyacente 16 para mantener fijamente el recipiente de muestra, es decir, el tubo de prueba de manera vertical. Cada dispositivo de agarre elástico se hace típicamente de un material elástico, tal como, por ejemplo, material polimérico elástico. En la figura 1, el recipiente de muestra 14 tiene forma de tubo. Cada etiqueta de identificación por radiofrecuencia 18 está unida al extremo inferior 14a de cada recipiente de muestra 14 y es leída por debajo del recipiente 14 por un lector de identificación por radiofrecuencia (no representado). El sistema deberá ser capaz de identificar y rastrear una muestra por etiqueta de identificación por radiofrecuencia (construida según ISO 18000 e ISO 14443 o ISO 15693) unida al recipiente de muestra. Como se ha mencionado antes, la identificación por radiofrecuencia proporciona la capacidad de agregar información leída relacionada con una muestra además del identificador de muestra. La conformación puede incluir (a) datos demográficos de un paciente, (b) la fecha en que se obtuvo la muestra, (c) la(s) prueba(s) a realizar en la muestra, (d) el tipo de muestra, (e) el tipo de recipiente, etc. La identificación por radiofrecuencia también se puede usar para el seguimiento de las condiciones de envío y almacenamiento que pueden afectar a la integridad de la muestra. Además, la identificación por radiofrecuencia puede ser usada para escribir información tal como, por ejemplo, centrifugación realizada en la muestra, operaciones de aspiración realizadas, contaminación potencial o dilución de una muestra por material transportado por la punta de un dispositivo de aspiración, historial de congelación-descongelación de la muestra, etc. La identificación por radiofrecuencia también proporciona la capacidad de verificar positivamente un identificador de muestra durante la aspiración o dispensación, permitiendo por ello a un operador del sistema tener acceso físico a muestras y reactivos, a excepción de las muestras y reactivos que actualmente estén siendo aspiradas o dispensadas. El acceso físico a muestras o reactivos actualmente aspirados o dispensados deberá estar prohibido al operador con el fin de asegurar la seguridad del operador.
- 45 La figura 2 ilustra dónde se pueden unir etiquetas de identificación por radiofrecuencia a recipientes de reactivo. Con referencia ahora a la figura 2, un soporte de recipiente de reactivo 20 soporta una pluralidad de recipientes de reactivo 22, 24, y 26. En la figura 2, el recipiente de reactivo 22 tiene forma de una botella cilíndrica que tiene una parte inferior plana. El recipiente de reactivo 22 puede ser usado para reactivos para ensayos de química clínica. Los recipientes de reactivo 24 y 26 tienen forma de botellas cilíndricas que tienen partes inferiores redondeadas. Los recipientes de reactivo 24 y 26 pueden ser usados para reactivos para inmunoensayos. El recipiente de reactivo 26 es de menor altura que el recipiente de reactivo 24. El extremo inferior del recipiente 22 se indica con el número de referencia 22a; el extremo inferior del recipiente 24 se indica con el número de referencia 24a; el extremo inferior del recipiente 26 se indica con el número de referencia 26a. Las etiquetas de identificación por radiofrecuencia 28a, 28b, y 28c se unen al extremo inferior 22a del recipiente 22, al extremo inferior 24a del recipiente 24 y al extremo inferior 26a del recipiente 26, respectivamente, y son leídas desde abajo de los recipientes de reactivo 22, 24, y 26 por cualquier lector de identificación por radiofrecuencia (no representado). En la figura 2, los recipientes de reactivo 22, 24, y 26 son soportados y sujetados por un subsistema incluyendo una placa de bloqueo o adaptador 30, una base 32a, un soporte incluyendo una parte inferior 32b y una parte superior 32c, un soporte vertical 33 para soportar la parte superior 32c, una plataforma 34 sobre la que pueden montarse recipientes de reactivo, al menos un soporte vertical 35 para la plataforma 34, asientos 36a, 36b, y 36c, y asas de elevación 38. Los asientos 36a, 36b, y 36c se forman con el fin de que los recipientes de reactivo para reactivos para inmunoensayos se sujeten fijamente, pero de forma extraíble, a la plataforma 34 del subsistema representado en la figura 2. La parte inferior 32b y la parte superior 32c del soporte tienen agujeros (no representados) formados en él. Estos agujeros son de unas dimensiones tales que un recipiente de reactivo para reactivos para ensayos de química clínica pueda insertarse de forma fija, pero extraíble, en ellos. La base 32a es un elemento intermedio que conecta la plataforma 34 a la placa de bloqueo 30 mediante el al menos único soporte 35. Las asas de elevación 38 tienen la función de proporcionar un
- 65

medio para introducir y sacar el subsistema que sujeta los recipientes de reactivo del sistema de almacenamiento y de estadificación representado en la figura 4. La plana de bloqueo 30 tiene la función de fijar la base 32a y la parte inferior 32b del soporte al sistema de almacenamiento y de estadificación representado en la figura 4.

5 El sistema deberá ser capaz de identificar y rastrear un reactivo por etiqueta de identificación por radiofrecuencia (construida de conformidad con ISO 18000 e ISO 14443 o ISO 15693) unidas al recipiente de reactivo. Como se ha mencionado antes, la identificación por radiofrecuencia proporciona la capacidad de agregar información leída relacionada con el reactivo además del identificador de reactivo. La información puede incluir datos de calibración, número de lote del reactivo, número de serie del reactivo, identificador de componentes, identificador de ensayo, fecha de caducidad del reactivo, tamaño del kit, información de prospecto, etc. La identificación por radiofrecuencia también se puede usar para hacer el seguimiento de las condiciones de envío y almacenamiento que pueden afectar a la integridad del reactivo. Además, la identificación por radiofrecuencia puede ser usada para escribir información tal como recuento de pruebas restantes, fecha de caducidad en placa (después de abrir el recipiente), operaciones de aspiración realizadas, contaminación potencial o dilución de una muestra por material transportado por la punta de un dispositivo de aspiración, etc. La identificación por radiofrecuencia también proporciona la capacidad de verificar positivamente un identificador de reactivo durante la aspiración o la dispensación, permitiendo por ello que el operador del sistema tenga acceso físico a muestras y reactivos, a excepción de las muestras y los reactivos actualmente aspirados o dispensados. El acceso físico a muestras o reactivos actualmente aspirados o dispensados deberá estar prohibido para el operador con el fin de asegurar la seguridad del operador.

20 La figura 3 ilustra la colocación de etiquetas de identificación por radiofrecuencia en microplacas. Las microplacas se describen con más detalle en la Patente de Estados Unidos número 4.735.778 y en la publicación de la Solicitud de Patente de Estados Unidos 2005/0242963, las cuales se incorporan aquí por referencia. La figura 7 de la publicación de la Solicitud de Patente de Estados Unidos 2005/0242963 muestra una microplaca que tiene una estructura similar a la de la microplaca 40 representada en la figura 3 de este documento. Una etiqueta de identificación por radiofrecuencia 42, representada en transparencia, está asociada con la microplaca 40. En la figura 3, la microplaca 40 tiene una parte superior 44 montada en una base 46. Se han formado múltiples cavidades 48 en la parte superior 44 de la microplaca 40. La parte superior 44 de la microplaca 40 descansa sobre la base 46. La etiqueta de identificación por radiofrecuencia 42 está colocada en la base 46. La etiqueta de identificación por radiofrecuencia 42 está incrustada dentro de una parte de la microplaca 40. En una realización alternativa, la etiqueta de identificación por radiofrecuencia puede aplicarse a una superficie exterior de la microplaca. Cualquier microplaca que tenga 8, 16, 24, 48, 96, 384, 768, 1536, etc, cavidades se contempla para uso con la invención descrita en este documento. La etiqueta de identificación por radiofrecuencia 42 puede ser leída desde abajo de la microplaca 40. Alternativamente, la etiqueta de identificación por radiofrecuencia 42 puede ser leída desde el lado de la microplaca 40 si la orientación de la etiqueta de identificación por radiofrecuencia se cambia para hacer viable tal alternativa. Dado que la distancia entre el lector de identificación por radiofrecuencia y la etiqueta de identificación por radiofrecuencia es pequeña, la colocación de la etiqueta de identificación por radiofrecuencia 42 también indica la orientación física de la microplaca 40. Por ejemplo, si la etiqueta de identificación por radiofrecuencia 42 siempre está situada junto a la posición A1 en la microplaca 40, la lectura de la etiqueta de identificación por radiofrecuencia 42 asegura que la microplaca 40 está orientada con posición A1 sobre el lector de identificación por radiofrecuencia (es decir, la posición en la esquina superior izquierda de la microplaca). El sistema deberá ser capaz de identificar y rastrear una microplaca por la etiqueta de identificación por radiofrecuencia (construida según ISO 18000 e ISO 14443 o ISO 15693) en la microplaca. La identificación por radiofrecuencia proporciona la capacidad de agregar información leída relacionada con los pasos de ensayo, como, por ejemplo, carga, dispensación, y los reactivos en la microplaca, además del identificador de microplaca. La información puede incluir el número de lote de la microplaca, el número de serie de la microplaca, la fecha de caducidad de la microplaca, etc. La identificación por radiofrecuencia también se puede usar para hacer el seguimiento de las condiciones de envío y almacenamiento que pueden afectar a la integridad de la microplaca. Además, la identificación por radiofrecuencia puede ser usada para escribir información en una etiqueta de identificación por radiofrecuencia, como, por ejemplo, la fecha de uso, la fecha de caducidad en placa (después de que el recipiente ha sido abierto), el tiempo en que las muestras y reactivos son dispensados a una microplaca, el tiempo en que una microplaca se somete a incubación, el tiempo en que las reacciones en una microplaca son leídas por un lector, etc.

55 La figura 4 ilustra una zona de almacenamiento/zona de estadificación 50 para reactivos, muestras y otros suministros. La zona de almacenamiento/zona de estadificación 50 proporciona posiciones para los recipientes de muestra representados en la figura 1, los recipientes de reactivo representados en la figura 2, y las microplacas representadas en la figura 3. Una microplaca 40 se representa en posición en el lado izquierdo de la vista de la zona de almacenamiento/zona de estadificación 50. Recipientes de reactivo 22 conteniendo reactivos para ensayos de química clínica están colocados en los agujeros (no representados) en la parte superior 32c y la parte inferior 32b del soporte, como se ilustra con más detalle en la figura 2. Los recipientes de reactivo 24 y 26 conteniendo reactivos para inmunoensayos están colocados en los asientos 36c y 36b, respectivamente, como se ilustra con más detalle en la figura 2. Recipientes de muestra 14 conteniendo muestras biológicas están colocados en las ranuras 12 del rack 10, como se ilustra con más detalle en la figura 1. Soportes de puntas desechables 54a y 54b están situados junto a la microplaca 52. Las posiciones adicionales para los soportes de puntas desechables se indican con 54c, 54d, 54e y 54f. Las etiquetas de identificación por radiofrecuencia pueden ser leídas en varias posiciones debajo de la zona de almacenamiento 50.

En la figura 5, una placa de circuitos impresos 110 contiene una pluralidad de antenas 112 conectadas a un lector de identificación por radiofrecuencia. Cada antena 112 es activada selectivamente por medio de electrónica. En la figura 5, la serie de 5 x 5 antenas en la parte inferior de la placa de circuitos impresos 110 corresponde a la parte de la zona de almacenamiento/zona de estadificación 50 de la figura 4 donde están situados los recipientes de muestra 14. La serie de 3 x 8 antenas en la parte superior derecha de la placa de circuitos impresos 110 corresponde a la parte de la zona de almacenamiento/zona de estadificación 50 de la figura 4 donde están situados los recipientes de reactivo 24 y 26 conteniendo reactivos para inmunoensayos. La serie de 2 x 11 antenas en la parte superior izquierda de la placa de circuitos impresos 110 corresponde a la parte de la zona de almacenamiento/zona de estadificación 50 de la figura 4 donde están situados los recipientes de reactivo 22 conteniendo reactivos para ensayos de química clínica. Una placa grande de circuitos impresos conteniendo una pluralidad de antenas, como la representada en la figura 5, elimina la necesidad de mover un cabezal de lectura. Utilizando una placa grande de circuitos impresos conteniendo una pluralidad de antenas, como la representada en la figura 5, pueden transmitirse señales desde las antenas 112 conectadas al lector de identificación por radiofrecuencia a una etiqueta de identificación por radiofrecuencia. Igualmente, las señales transmitidas desde las etiquetas de identificación por radiofrecuencia colocadas en recipientes pueden ser recibidas por antenas 112 para procesamiento adicional por un lector de identificación por radiofrecuencia conectado a las antenas 112. También cae dentro del alcance de esta invención emplear una pluralidad de lectores de identificación por radiofrecuencia con una placa de circuitos impresos del tipo representado en la figura 5. Se deberá indicar que una placa de circuitos impresos no tiene que soportar las antenas. Por ejemplo, las antenas pueden colocarse de cualquier manera a condición de que las señales de radiofrecuencia puedan ser transmitidas desde las antenas y recibidas por las antenas y las señales de radiofrecuencia recibidas por las antenas pueden ser leídas por un lector de identificación por radiofrecuencia.

Para que se transmitan señales entre una antena de una etiqueta de identificación por radiofrecuencia y una antena conectada a un lector de identificación por radiofrecuencia, debe haber un agujero de antena entre la antena de la etiqueta de identificación por radiofrecuencia y la antena conectada al lector de identificación por radiofrecuencia. Con referencia ahora a la figura 2, los soportes (no representados), el husillo de dispersión, que se indica con el número de referencia 120 en la figura 2, y el engranaje para girar el husillo de dispersión, que se designa con el número de referencia 122 en la figura 2, deberán ser transparentes a las señales transmitidas entre la antena de una etiqueta de identificación por radiofrecuencia y una antena conectada al lector de identificación por radiofrecuencia. Los soportes, el husillo de dispersión y el engranaje se hacen preferiblemente de un material polimérico. Los materiales de la barrera que no esté en el recorrido de las señales transmitidas entre la antena de una etiqueta de identificación por radiofrecuencia y una antena conectada al lector de identificación por radiofrecuencia se pueden formar a partir de un material metálico o plástico impregnado con carbono. Esta barrera se designa con los números de referencia 32a y 34 de la figura 2. Mediante la utilización de materiales apropiados, se pueden construir agujeros de antena para proporcionar adecuada sensibilidad, así como selectividad. Después de haber completado una placa de circuitos impresos prototipo conteniendo una pluralidad de antenas, las pruebas pueden indicar que deberán emplearse técnicas de con formación adicionales para los agujeros de antena. Se puede emplear metal adicional, u otros materiales que exhiban propiedades análogas al metal, en varias formas geométricas para mejorar la selectividad y la propagación de ondas de radiofrecuencia. Se espera que se empleen tales técnicas a medida que se disponga de nuevas técnicas para reducir el costo de las etiquetas de identificación por radiofrecuencia.

Pueden usarse antenas de identificación por radiofrecuencia más pequeñas para disminuir el rango de lectura, aumentar la selectividad y realizar la orientación física, pero tales antenas requieren una mayor proximidad de la etiqueta de identificación por radiofrecuencia al lector de identificación por radiofrecuencia.

La Tabla III expone valores usados para los diferentes tamaños de antena para antenas montadas en una placa de circuitos impresos:

TABLA III

Diámetro (mm)	Inductancia (µH)	Capacitancia (pF)
26	2,31	63
20	1,68	82
16	1,39	89
12	1,54	87

Las antenas que tienen los parámetros expuestos en la Tabla III proporcionan acoplamiento de resonancia de antenas que permite a las etiquetas de identificación por radiofrecuencia y los lectores de identificación por radiofrecuencia intercambiar información mientras están en relación de campo próximo. El beneficio de una relación de campo próximo es la mejora de la selectividad.

La atenuación de la potencia del lector de identificación por radiofrecuencia también mejora la selectividad. En otros términos, reduciendo la magnitud de la identificación por señal de radiofrecuencia, el número de antenas que pueden recibir la señal también se reduce, preferiblemente, a una sola antena. Sería ideal atenuar la identificación

por señal de radiofrecuencia en un grado tal que solamente un número muy pequeño de antenas pueda recibir incluso cualquier fracción de la señal. La atenuación puede lograrse de forma física o eléctrica. Insertando un componente de atenuación en el circuito del lector de radiofrecuencia, tal como, por ejemplo, mediante la introducción de una resistencia en el circuito del lector de radiofrecuencia, puede minimizarse la distancia a que una señal puede ser recibida. Añadiendo material de atenuación (metal o resina impregnada con carbono) alrededor de una antena, la antena puede ser blindada parcialmente, conformando por ello su campo. El blindaje proporcionado por la resina impregnada con carbono o el metal bloquea la energía de radiofrecuencia. De hecho, la distancia a que una señal puede ser leída puede reducirse y dirigirse de modo que al menos 75% de una etiqueta de identificación por radiofrecuencia tenga que estar directamente en correspondencia con la antena conectada a un lector de identificación por radiofrecuencia para que pueda tener lugar un intercambio de datos. Por ello, la atenuación de la potencia del lector de identificación por radiofrecuencia proporciona la solución definitiva para la selectividad de campo próximo, porque, en cualquier tiempo dado, la atenuación puede asegurar que solamente una antena pueda recibir una señal de una etiqueta de identificación por radiofrecuencia dada. En la tabla siguiente se exponen tres posiciones de etiquetas de identificación por radiofrecuencia: botella de inmunoensayo (es decir, una botella conteniendo un reactivo para un inmunoensayo), botella de química clínica (es decir, una botella conteniendo un reactivo para un ensayo de química clínica), y tubo de muestra (es decir, un recipiente para una muestra). Las distancias de lectura difieren con respecto a cada posición. La Tabla IV expone las distancias entre la placa de circuitos impresos que soporta las antenas y la etiqueta de identificación por radiofrecuencia colocada en un recipiente.

TABLA IV

Recipiente	Distancia de lectura (pulgadas)
Botella de inmunoensayo	1,45
Botella de química clínica	0,48
Tubo de muestra	~ 0,00 (placa de circuitos impresos recubierta con pintura para sellado antihumedad, con un grosor del orden de 0,002 pulgada)

Los requisitos de selectividad y atenuación son diferentes para cada posición. Para acomodar estas variaciones, se usan "bancos" de antenas, de tal manera que cada banco de antenas tenga su propio nivel de atenuación. En el sentido en que se usa aquí, el término "banco" quiere decir una zona conteniendo un grupo de antenas, donde la atenuación de una señal de radiofrecuencia permite transmitir un nivel especificado de potencia a dicho grupo de antenas solamente y no a otro grupo de antenas. Cada antena individual en un grupo dado de antenas experimentaría el mismo grado de atenuación de una señal de radiofrecuencia. Se seleccionan bancos para reconocer fenómenos físicos, tales como, por ejemplo, la distancia desde una antena a una etiqueta de identificación por radiofrecuencia, obstáculos tales como componentes metálicos, tales como, por ejemplo, soportes de metal. Por ejemplo, la lectura de una etiqueta de identificación por radiofrecuencia cerca de un soporte de metal requiere significativamente más potencia, es decir, menos atenuación, que la lectura de una etiqueta de identificación por radiofrecuencia que no esté parcialmente bloqueada por un soporte de metal. Una cantidad excesiva de potencia no es deseable, porque tal cantidad excesiva permitiría que señales de una sola antena fuesen recibidas por una pluralidad de etiquetas de identificación por radiofrecuencia. Una cantidad insuficiente de potencia tampoco es deseable, porque tal cantidad insuficiente evitaría la lectura de una etiqueta de identificación por radiofrecuencia o daría lugar a una lectura poco fiable de una etiqueta de identificación por radiofrecuencia.

Con referencia ahora a la figura 6, una placa de circuitos impresos 210 contiene una pluralidad de antenas de radiofrecuencia 212. Cada antena 212 es activada selectivamente por medio de electrónica. Las antenas 212 están colocadas en una pluralidad de bancos en placa 214, 216, 218, 220, 222, 224, 226, 228, 230, 232, 234 y 236 y un solo banco fuera de placa 238. Pueden usarse antenas fuera de placa adicionales o bancos de antenas o tanto antenas como bancos de antenas, si así se desea. En la figura 6, la serie de 5 x 5 antenas en la parte inferior de la placa de circuitos impresos 210 corresponde a la parte de la zona de almacenamiento/zona de estadificación 50 de la figura 4 donde están situados los recipientes de muestra 14. La serie de 3 x 8 antenas en la parte superior derecha de la placa de circuitos impresos 210 corresponde a la parte de la zona de almacenamiento/zona de estadificación 50 de la figura 4 donde están situados los recipientes de reactivo 24 y 26 conteniendo reactivos para inmunoensayos. La serie de 2 x 11 antenas en la parte superior izquierda de la placa de circuitos impresos 210 corresponde a la parte de la zona de almacenamiento/zona de estadificación 50 de la figura 4 donde están situados los recipientes de reactivo 22 conteniendo reactivos para ensayos de química clínica. Una placa de circuitos impresos grande conteniendo una pluralidad de antenas, tal como la representada en la figura 6, elimina la necesidad de mover un cabezal de lectura. Mediante la utilización de una placa de circuitos impresos grande conteniendo una pluralidad de antenas, como la representada en la figura 6, las señales procedentes de las etiquetas de identificación por radiofrecuencia colocadas en recipientes pueden ser leídas por las antenas estacionarias 212 para procesamiento adicional por un lector de identificación por radiofrecuencia conectado a las antenas 212. También cae dentro del alcance de esta invención emplear una pluralidad de lectores de identificación por radiofrecuencia con una placa de circuitos impresos del tipo representado en la figura 6. La disposición de antenas ilustrada en la figura 6 no difiere de la disposición de antenas de la figura 6. Sin embargo, mediante la utilización de bancos en placa 214, 216, 218, 220, 222, 224, 226, 228, 230, 232, 234, y 236 y un solo banco fuera de

placa 238, puede emplearse variación de atenuación para compensar las diferencias físicas entre antenas y etiquetas de identificación por radiofrecuencia. En un banco dado, una señal leída por una antena puede ser aislada de las otras antenas en dicho banco por un nivel de atenuación apropiado. En la figura 6, cada antena está marcada con coordenadas de hardware en las que el número del banco va seguido del número de la antena en dicho banco; cada antena también está marcada con coordenadas de software en que se designan el número del banco y las coordenadas cartesianas (X, Y). También en la figura 6, cada banco está delimitado por líneas de trazos.

Además de la distancia entre la etiqueta de identificación por radiofrecuencia y la antena, hay otro elemento importante del recorrido entre el lector de identificación por radiofrecuencia y la etiqueta de identificación por radiofrecuencia. Este elemento implica la obstrucción por medio de componentes metálicos, tales como, por ejemplo, soportes. Como se ha descrito previamente con respecto a la placa de circuitos impresos ilustrada en la figura 5, para transmitir señales entre la antena de una etiqueta de identificación por radiofrecuencia y una antena conectada a un lector de identificación por radiofrecuencia, debe haber un agujero de antena entre la antena de la etiqueta de identificación por radiofrecuencia y la antena conectada al lector de identificación por radiofrecuencia. Con referencia ahora a la figura 2, los soportes (no representados), el husillo de dispersión, que se designa con el número de referencia 120 en la figura 2, y el engranaje para girar el husillo de dispersión, que se designa con el número de referencia 122 en la figura 2, deberán ser transparentes a las señales transmitidas entre la antena de una etiqueta de identificación por radiofrecuencia y una antena conectada al lector de identificación por radiofrecuencia. Los soportes, el husillo de dispersión y el engranaje se hacen preferiblemente de un material polimérico. Los materiales de la barrera que no estén en el recorrido de las señales transmitidas entre la antena de una etiqueta de identificación por radiofrecuencia y una antena conectada al lector de identificación por radiofrecuencia se pueden formar a partir de un material metálico o plástico impregnado con carbono. Esta barrera se designa con los números de referencia 32a y 34 de la figura 2. Mediante la utilización de materiales apropiados, se puede formar agujeros de antena para proporcionar una adecuada sensibilidad, así como selectividad. Después de haber completado una placa de circuitos impresos prototipo conteniendo una pluralidad de antenas, las pruebas pueden indicar que se deberán emplear técnicas de conformación adicionales para agujeros de antena. Puede emplearse metal adicional u otros materiales que exhiban propiedades análogas al menos, en varias formas geométricas para mejorar la selectividad y la propagación de ondas de radiofrecuencia. Se espera que tales técnicas se empleen a medida que nuevas técnicas estén disponibles para reducir el costo de las etiquetas de identificación por radiofrecuencia.

Pueden usarse antenas de identificación por radiofrecuencia más pequeñas para disminuir el rango de lectura, aumentar selectividad y realizar la orientación física, pero tales antenas requieren mayor proximidad de la etiqueta de identificación por radiofrecuencia al lector de identificación por radiofrecuencia.

Hay un circuito de radiofrecuencia separado por cada banco, y puede insertarse un atenuador en dicho circuito. Cada banco puede ser atenuado de forma diferente, haciendo por ello posible sintonizar antenas para diferentes situaciones físicas. Se describen atenuadores adecuados para uso en la presente invención en Attenuators – Microwave Encyclopedia – Microwaves101.com, disponible en la página web <http://www.microwaves101.com/encyclopedia/attenuators.cfm> y en Attenuators dissipation – Microwave Encyclopedia – Microwaves101.com, disponible en la página web <http://www.microwaves101.com/encyclopedia/attenuatordiss.cfm>, que se incorporan aquí por referencia. La figura 7 ilustra un circuito 300 que usa atenuadores pi para atenuar señales de radiofrecuencia. En la figura 7, un transceptor de dispositivo de lectura/escritura de identificación por radiofrecuencia 302 está conectado a un interruptor de banco 304 para Banco 0, Banco 1, Banco 2 y Banco 3. El interruptor de banco 304 está conectado a un interruptor de antena 306a para Banco 0, un interruptor de antena 306b para Banco 1, un interruptor de antena 306c para Banco 2, y un interruptor de antena 306d para Banco 3. El interruptor de banco 304 y los interruptores de antena 306a, 306b, 306c, y 306d están asociados con una placa de circuitos impresos (no representada). Antenas de radiofrecuencia 308a, 308b, 308c, y 308d están situadas en la posición 0.0 en Banco 0, Banco 1, Banco 2 y Banco 3, respectivamente, en la placa de circuitos impresos. Atenuadores pi 310a, 310b, 310c, y 310d están colocados en los circuitos entre el interruptor de banco 304 y los interruptores de antena 306a, 306b, 306c y 306d. Cada atenuador pi 310a, 310b, 310c, y 310d incluye una resistencia en serie 312a, 312b, 312c y 312d, respectivamente, una primera resistencia shunt 314a, 314b, 314c y 314d, respectivamente, y una segunda resistencia shunt 316a, 316b, 316c y 316d, respectivamente. El interruptor de banco 304 y los interruptores de antena 306a, 306b, 306c, y 306d están conectados a una unidad de procesamiento central de placa de selección de antena de identificación por radiofrecuencia 318. La figura 7 también representa varios condensadores 320a, 320b, 320c, 320d, 320e, 320f, 320g y 320h y varias resistencias 322a, 322b, 322c y 322d en el circuito 300. La selección y la colocación de los condensadores 320a, 320b, 320c, 320d, 320e, 320f, 320g y 320h y las resistencias 322a, 322b, 322c y 322d en el circuito 300 pueden determinarlas fácilmente los expertos en la técnica.

Para leer una señal procedente de una etiqueta de identificación por radiofrecuencia (no representada) colocada en un recipiente (no representado), el recipiente se coloca adyacente a una antena de radiofrecuencia 308a, 308b, 308c, 308d de modo que la etiqueta de identificación por radiofrecuencia esté en una proximidad suficientemente estrecha a la antena de radiofrecuencia 308a, 308b, 308c, 308d para que la señal pueda ser recibida por la antena de identificación por radiofrecuencia 308a, 308b, 308c, 308d. Cuando tanto el interruptor de banco 304 como el interruptor de antena apropiado 306a, 306b, 306c, o 306d para la antena de radiofrecuencia apropiada 308a, 308b, 308c, o 308d están cerrados, la señal de la etiqueta de identificación por radiofrecuencia colocada en el recipiente

puede ser recibida por la antena de radiofrecuencia apropiada 308a, 308b, 308c, o 308d y la señal así recibida puede ser leída por el transceptor de dispositivo de lectura/escritura de identificación por radiofrecuencia 302. Se deberá indicar que podrían usarse tipos de atenuadores distintos de los atenuadores pi.

- 5 La Tabla V expone la cantidad de atenuación usada para cada banco para generar la señal más pequeña que puede proporcionar satisfactoriamente una lectura para cada etiqueta de identificación por radiofrecuencia en correspondencia con una antena específica, maximizando al mismo tiempo la selectividad de la antena de modo que ninguna etiqueta de identificación por radiofrecuencia pueda ser leída por más de una antena. Se deberá indicar que al menos 75% del área de una etiqueta de identificación por radiofrecuencia tiene que estar en correspondencia con una antena para que la lectura de la etiqueta de identificación por radiofrecuencia tenga éxito.

TABLA V

Recipiente	Banco	Atenuación (dB)	Resistencia shunt (ohmios)	Resistencia en serie (ohmios)
Tubo de muestra	0	-8	115	52,3
Botella de inmunoensayo	1	0	No instalada	0
Botella de química clínica	2	-15	71,5	137

- 15 Se deberá indicar que es relativamente simple para los expertos en la técnica determinar valores de resistencia de resistencias shunt y resistencias en serie para varios tipos de atenuadores con el fin de derivar el nivel deseado de atenuación. Se espera que un rango de atenuación de aproximadamente 0 dB a aproximadamente -30 dB sea adecuado para uso con el aparato y método descritos en este documento. Sin embargo, un nivel de atenuación mayor, es decir, un valor inferior a -30 dB, puede usarse, si se desea.

20 Mediante experimentación, se optimizaron las dimensiones reales, se midieron las inductancias de las antenas, y se determinaron los valores de capacitancia. Se precisa cierta sintonización, porque no todos los valores se adaptan exactamente al modelo teórico, habida cuenta de la colocación de los componentes, la inductancia y la capacitancia de la traza (es decir, conductor) en la placa de circuitos impresos, etc.

25 La columna 0 del Banco 1 contiene soportes de metal en el recorrido entre el lector de identificación por radiofrecuencia y las etiquetas de identificación por radiofrecuencia. Estos soportes de metal bloquean cantidades significativas de energía de radiofrecuencia. En contraposición, las columnas 1 y 2 del Banco 0 tienen agujeros debajo de las etiquetas de identificación por radiofrecuencia que son transparentes a la energía de radiofrecuencia. Con el fin de compensar y mantener la selectividad, la columna 0 del Banco 1 tendrá diferente atenuación a las columnas 1 y 2 del Banco 1. La Tabla VI expone que una subdivisión adicional de un banco dado puede ser útil cuando se precisan diferentes grados de atenuación dentro del banco dado.

TABLA VI

Recipiente	Banco	Columna en banco	Atenuación (dB)	Resistencia shunt (ohmios)	Resistencia en serie (ohmios)
Tubo de muestra	0		-8	115	52,3
Botella de inmunoensayo	1	0	0	No instalada	0
Botella de inmunoensayo	1	1,2	- 12	82,5	93,1
Botella de química clínica	2		-15	71,5	137

- 35 Se deberá indicar que es relativamente simple para los expertos en la técnica determinar valores de resistencia para resistencias shunt y resistencias en serie para varios tipos de atenuadores con el fin de derivar el nivel de atenuación deseado.

40 Otra técnica que mejora la selectividad es la juiciosa selección de las dimensiones de la antena (es decir, el diámetro en el caso de antenas circulares). Como se ha descrito antes, se comprobaron varias antenas de 26 mm, 20 mm, 16 mm y 12 mm. Se recibieron señales procedentes de etiquetas de identificación por radiofrecuencia, de forma circular y con diámetros diferentes (8 mm, 12 mm, 25 mm), por medio de estas antenas, y muchas mostraron rendimiento comparable (es decir, distancia de lectura en función de la atenuación). Sin embargo, las antenas con diámetros más grandes podrían recibir señales de etiquetas de identificación por radiofrecuencia en una zona más grande, y, en consecuencia, disminuían la selectividad relativa, dado que la separación entre el recipiente y la etiqueta de identificación por radiofrecuencia era fija. Además, las antenas con diámetros más pequeños no podían recibir las señales de las etiquetas de identificación por radiofrecuencia alrededor de los soportes de metal en la Columna 0 del

Banco 1, porque el campo de radiofrecuencia era demasiado estrecho y estaba completamente ocluido por los soportes de metal. Así, se alcanzó un compromiso; se eligieron antenas de 16 mm para todas las posiciones. Podrían haberse elegido antenas más pequeñas para las columnas no asociadas con soportes, pero la simplicidad y la comunalidad del diseño también eran criterios. En general, las antenas más pequeñas (12 mm de diámetro) exhibieron la mejor selectividad.

El uso de placas de circuitos impresos de capas múltiples y etiquetas de identificación por radiofrecuencia superiores específicas de información mejora la selectividad y también proporciona flexibilidad en la posición de lectura. Una placa de circuitos impresos de capas múltiples es una placa de circuitos impresos que tiene una pluralidad de capas de material conductor y una pluralidad de capas de material aislante, separando una capa de material aislante dos capas de material conductor. Una zona de carga común para tubos de muestra y botellas de reactivo es deseable a menudo. Una zona de carga común es a menudo más eficiente que zonas de carga separadas para tubos de muestra y botellas de reactivo. En las figuras 8A y 8B, un conjunto de antenas de dos columnas para recibir señales de etiquetas de identificación por radiofrecuencia está recubierto con un conjunto de antenas de una columna para formar una placa de circuitos impresos de capas múltiples 400. La capa superior 402 está configurada para leer etiquetas de identificación por radiofrecuencia en dos racks estrechos de tubos de muestra (no representados), que tienen una sola anchura de aproximadamente una pulgada. La capa inferior 404 está configurada para leer etiquetas de identificación por radiofrecuencia en un rack ancho de botellas de reactivo (no representado), que tiene una doble anchura de aproximadamente dos pulgadas. Las antenas en la capa superior 402 se designan con el número de referencia 406. Las antenas en la capa inferior 404 se designan con el número de referencia 408. Aunque hay cierto solapamiento de la circuitería, trazas y antenas 406, 408 de la capa superior 402 y la capa inferior 404 de la placa de circuitos impresos de capas múltiples 400, información específica relacionada con la etiqueta de identificación por radiofrecuencia puede ser usada para seleccionar la columna de antenas apropiada. Por ejemplo, si se detectase la etiqueta de identificación por radiofrecuencia de un tubo de muestra, entonces se seleccionaría la capa superior 402 de dos columnas de antenas estrechas 406. Si se detectase la etiqueta de identificación por radiofrecuencia de una botella de reactivo, entonces se seleccionaría la capa inferior 404 de una columna ancha de antenas 408. Si se detectasen ambos tipos de etiquetas de identificación por radiofrecuencia, entonces se declararía un error y se pediría la asistencia de un operador.

Según el sistema descrito en este documento, las etiquetas de identificación por radiofrecuencia pueden ser leídas selectivamente en cada posición de un recipiente de reactivo o en cada posición de un recipiente de muestra, por ejemplo, un tubo de muestra, desde un punto debajo del recipiente de reactivo o recipiente de muestra. Dado que la distancia de la etiqueta de identificación por radiofrecuencia del lector de identificación por radiofrecuencia es típicamente pequeña, por ejemplo, menos de 1 pulgada, y el agujero de antena limita los lóbulos laterales, la colocación de la etiqueta de identificación por radiofrecuencia en el recipiente también puede proporcionar información relativa al tipo de analizador, por ejemplo, analizador de química clínica, analizador de inmunoensayo y el tipo de recipiente, por ejemplo, recipiente de muestra, recipiente de reactivo, proporcionando por ello (a) un mejor funcionamiento del analizador o analizadores automatizados en un sistema, (b) mejor cadena de custodia, es decir, mejor información relativa a posiciones ocupadas por un recipiente dado en el presente y en tiempos previos a la presente, y (c) mejor seguridad para pacientes asegurando resultados exactos de los ensayos.

Las antenas de identificación por radiofrecuencia proporcionan una solución al problema resultante de la selectividad de campo próximo, porque solamente una antena puede recibir una señal de cualquier etiqueta dada en cualquier tiempo dado. Además, usando información específica a una etiqueta dada, para tubos de muestra y botellas de reactivo, se pueden usar antenas comunes de capas múltiples para simplificar las interfaces de aparato/operador y utilizar eficientemente zonas limitadas.

La disposición descrita en este documento puede ser usada con cualquier etiqueta de identificación por radiofrecuencia y cualquier interfaz de lector de identificación por radiofrecuencia. Asegurando que la etiqueta de identificación por radiofrecuencia solamente pueda ser leída y escrita en una sola posición, pueden verificarse la posición geométrica y la orientación. El beneficio de esta característica es que las etiquetas de identificación por radiofrecuencia colocadas en recipientes que contienen muestras, reactivos u otros artículos pueden ser leídas en el punto de dispensación, incubación u otro paso de procesamiento, y no hay oportunidad de intercambiar muestras, reactivos y otros artículos después de tal lectura. La disposición descrita en este documento amplía el uso de la tecnología de identificación por radiofrecuencia, proporcionando medios para mejorar la selectividad, la identificación positiva de muestras, reactivos y otros artículos. Además, la transferencia de datos se puede llevar a cabo en una posición geométrica exacta o una orientación exacta de la etiqueta de identificación por radiofrecuencia o tanto en una posición geométrica exacta como una orientación exacta de la etiqueta de identificación por radiofrecuencia.

Las capas múltiples de antenas pueden ampliarse a frecuencias diferentes o protocolos de lectura o ambos. Energizando selectivamente cada capa de antena, se puede buscar datos específicos de una etiqueta dada de identificación por radiofrecuencia, con el fin de determinar qué antenas, frecuencias, protocolos o cualquier combinación de los anteriores pueden usarse. Esta versatilidad permite el uso de diferentes tipos de etiquetas de identificación por radiofrecuencia, permite la detección de errores, y permite la selección de tipos particulares de etiquetas de identificación por radiofrecuencia e ignorar otros.

Operación

5 Las etiquetas de identificación por radiofrecuencia pueden colocarse o moldearse en un recipiente, tal como, por ejemplo, un recipiente de reactivo, un recipiente de muestra, por ejemplo, un tubo de muestra, una microplaca y análogos. La información de fabricación inicial se programa típicamente en etiquetas de identificación por radiofrecuencia. La información de almacenamiento y envío (por ejemplo, logística) se concatena típicamente con datos previos en etiquetas de identificación por radiofrecuencia.

10 Las etiquetas de identificación por radiofrecuencia en recipientes de reactivo, recipientes de muestra, y microplacas y análogos, son leídas cuando están colocadas en el sistema de identificación por radiofrecuencia de esta invención. Se usa una pluralidad de antenas conectadas a un lector de identificación por radiofrecuencia en lugar de un lector móvil de identificación por radiofrecuencia. Se puede seleccionar una o varias antenas conectadas al lector de identificación por radiofrecuencia, y a continuación puede leerse la información de las etiquetas de identificación por radiofrecuencia de los recipientes. La información y las posiciones físicas de los recipientes de reactivo, recipientes de muestra y análogos, puede sustanciarse.

15 Cuando se accede al contenido de los recipientes de reactivo, recipientes de muestra, microplacas, etc, y el contenido es consumido durante la realización de un ensayo, la información adicional puede concatenarse a datos previos en etiquetas de identificación por radiofrecuencia. Una placa grande de circuitos impresos conteniendo una pluralidad de antenas, tal como el tipo representado en las figuras 5, 6, 7, 8A, y 8B, elimina la necesidad de mover una antena.

20 La potencia del lector de identificación por radiofrecuencia se limita a 4 vatios EIRP. En los sistemas descritos en este documento, los planos de las antenas conectadas al lector de identificación por radiofrecuencia y las antenas de las etiquetas de identificación por radiofrecuencia en una sola placa de circuitos impresos son preferiblemente paralelos uno a otro, y, cuando son leídas, el centro de cada etiqueta de antena de identificación por radiofrecuencia está colocado preferiblemente sobre el centro de la antena conectada al lector de identificación por radiofrecuencia. La distancia desde la antena conectada al lector de identificación por radiofrecuencia a la antena de la etiqueta de identificación por radiofrecuencia es típicamente del rango de aproximadamente 0,100 pulgada a aproximadamente 1,25 pulgadas.

25 La identificación por radiofrecuencia puede ser usada para mejorar la información sobre los recipientes para reactivos, recipientes para muestras, microplacas y análogos, de modo que la información puede ser enlazada directamente a una base de datos y proporcionar (a) mejor funcionamiento de analizador(es) automatizado(s) en un sistema, (b) mejor cadena de custodia, es decir, mejor información relativa a las posiciones ocupadas por un recipiente dado en el presente y en tiempos previos al presente, y (c) mayor seguridad de los pacientes asegurando resultados exactos de los ensayos. Esta información incluye, aunque sin limitación, información relacionada con el analizador automatizado, información relacionada con los entornos experimentados durante el envío, almacenamiento, y uso del contenido de los recipientes, e información relacionada con los recipientes. Por ejemplo, el sistema descrito en este documento puede ser usado para comparar la información de almacenamiento de una muestra en un recipiente de muestra o de un reactivo en un recipiente de reactivo con un conjunto de condiciones de almacenamiento aceptables, facilitando por ello el rechazo o la aceptación de la muestra en el recipiente de muestra para análisis de la muestra o el rechazo o la aceptación del reactivo en el recipiente de reactivo para la realización de un ensayo, en base a dicha función de comparación realizada.

30 Dado que las etiquetas de identificación por radiofrecuencia pueden ser leídas y escritas en una posición de procesamiento (es decir, una posición de aspiración, una posición de dispensación, etc), el acceso físico de un operador a las muestras y reactivos, a excepción de las muestras y reactivos actualmente aspirados o dispensados, puede incrementarse. Sin embargo, el acceso físico a las muestras o reactivos actualmente aspirados o dispensados deberá estar prohibido para el operador con el fin de asegurar la seguridad del operador.

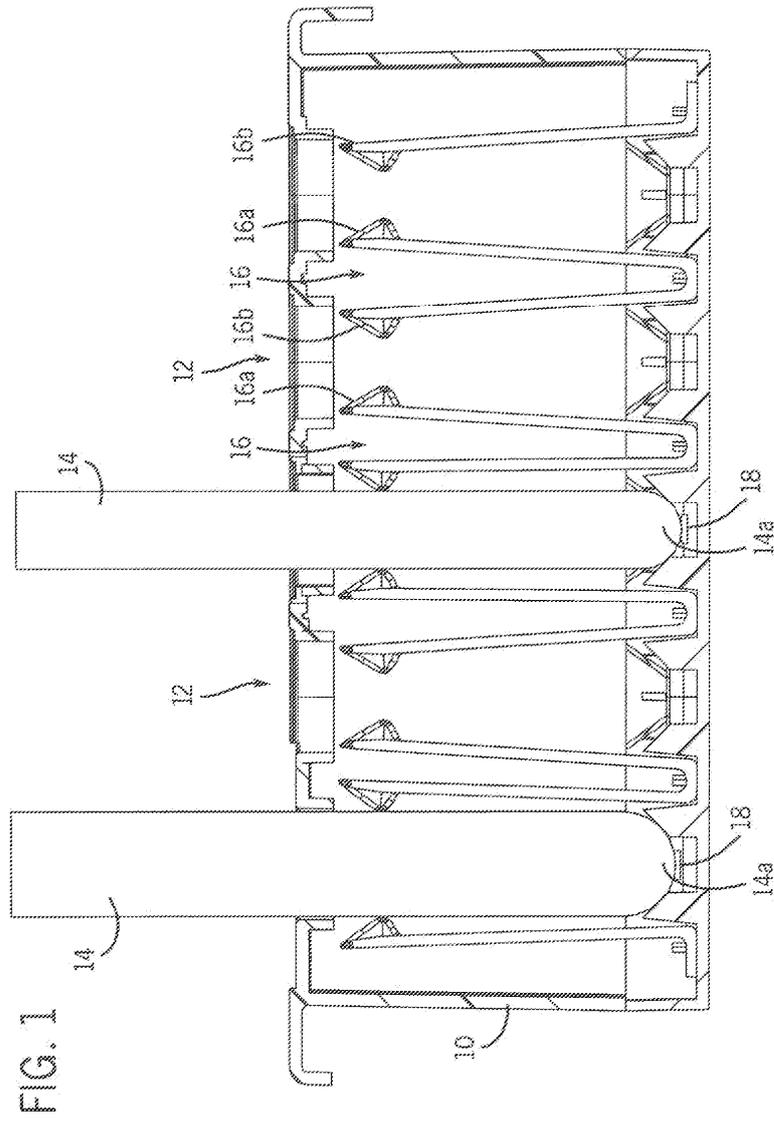
35 Los analizadores automatizados que pueden ser usados con el sistema de identificación por radiofrecuencia de esta invención incluyen, aunque sin limitación, instrumentos de inmunoensayo automatizados, instrumentos de química clínica automatizados, instrumentos de hematología automatizados, instrumentos automatizados de análisis de ácido nucleico, tales como, por ejemplo, instrumentos analizadores automatizados de micromatriz de ácido nucleico y un instrumento analizador automatizado de amplificación de ácido nucleico, instrumentos automatizados de procesamiento de portaobjetos, e instrumentos automatizados de análisis de proteínas. Naturalmente, dichos instrumentos incluirán los subsistemas requeridos para permitir su operación, tal como, por ejemplo, lectores de inmunoensayo, lectores de química clínica, software, mecanismos de transferencia de fluido, etc. Los analizadores automatizados que pueden ser usados con los instrumentos de identificación por radiofrecuencia pueden incluir además una estación automatizada de procesamiento de muestras, como, por ejemplo, un aparato para extracción de ácido nucleico de una muestra biológica. También es posible que el sistema de esta invención tenga una pluralidad de estaciones de análisis, donde cada una de la pluralidad de estaciones de análisis incluye aparatos para el análisis automatizado de una muestra biológica. Las estaciones de análisis pueden emplear analizadores de la lista de analizadores indicada previamente. Además, en algunas realizaciones, el sistema de esta invención puede incluir además una estación automatizada de procesamiento de muestras.

Varias modificaciones y alteraciones de esta invención serán evidentes a los expertos en la técnica sin apartarse del alcance de esta invención, y se deberá entender que esta invención no se ha de limitar indebidamente a las realizaciones ilustrativas expuestas en este documento.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema incluyendo una pluralidad de recipientes (22, 24, 26) de un analizador automatizado, cada uno de los cuales tiene una etiqueta de identificación por radiofrecuencia (14) unida a él en una posición adecuada, incluyendo además el sistema al menos un lector de identificación por radiofrecuencia y una pluralidad de antenas, siendo dicho al menos único lector de identificación por radiofrecuencia capaz de leer señales procedentes de la pluralidad de antenas (112, 212), estando dispuesta dicha pluralidad de antenas en una pluralidad de bancos de antenas (214, 216, 218),
- 5 **caracterizado porque** cada banco de antenas es capaz de ser atenuado a un nivel de potencia diferente, y porque al menos dos bancos son atenuados a un nivel de potencia diferente, por lo que las diferencias físicas entre las antenas y las etiquetas de identificación por radiofrecuencia pueden ser compensadas.
- 10 2. El sistema de la reivindicación 1, donde al menos 75% del área de la etiqueta de identificación por radiofrecuencia debe estar en correspondencia con una antena para que sea leída satisfactoriamente.
- 15 3. El sistema de la reivindicación 1, donde la posición de una etiqueta de identificación por radiofrecuencia se determina a partir de la antena que recibe una señal de la etiqueta de identificación por radiofrecuencia.
- 20 4. El sistema de la reivindicación 1, donde un solo lector de identificación por radiofrecuencia es activado a la vez.
5. El sistema de la reivindicación 1, donde la relación de atenuación entre la etiqueta de identificación por radiofrecuencia y el lector de identificación por radiofrecuencia se basa en la distancia entre la etiqueta de identificación por radiofrecuencia y la antena.
- 25 6. El sistema de la reivindicación 1, donde la relación entre la etiqueta de identificación por radiofrecuencia y el lector de identificación por radiofrecuencia se basa en obstáculos entre la etiqueta de identificación por radiofrecuencia y la antena.
- 30 7. El sistema de la reivindicación 1, donde la atenuación puede ser del rango de aproximadamente 0 a aproximadamente -30 dB.
8. El sistema de la reivindicación 1, donde cada uno de la pluralidad de recipientes es capaz de ser movido a una posición próxima a una de la pluralidad de antenas, por lo que la cantidad de ruido e interferencia de etiquetas de identificación por radiofrecuencia próximas en otros recipientes son insuficientes para afectar adversamente a la integridad de los datos recibidos por la antena conectada al lector de identificación por radiofrecuencia.
- 35 9. El sistema de la reivindicación 1, donde cada una de dicha pluralidad de antenas estacionarias conectadas a dicho lector de identificación por radiofrecuencia es una traza en una placa de circuitos impresos.
- 40 10. El sistema de la reivindicación 1, donde dicho lector de identificación por radiofrecuencia es capaz de escribir información en dichas etiquetas de identificación por radiofrecuencia.
- 45 11. Un método de analizar una muestra biológica en un sistema incluyendo un analizador automatizado, incluyendo el método los pasos de:
- a) proporcionar una muestra biológica en un recipiente que tiene una etiqueta de identificación por radiofrecuencia asociada con él;
- 50 b) interrogar una etiqueta de identificación por radiofrecuencia en al menos un recipiente conteniendo dicha muestra biológica para obtener de ella información relativa a información de almacenamiento, donde dicha interrogación se lleva a cabo por medio de un lector de identificación por radiofrecuencia, y dicho lector de identificación por radiofrecuencia es capaz de leer señales de una pluralidad de antenas, estando dispuesta dicha pluralidad de antenas en una pluralidad de bancos de antenas, siendo cada banco de antenas capaz de ser atenuado a un nivel de potencia diferente donde al menos dos bancos son atenuados a un nivel de potencia diferente, por lo que las diferencias físicas entre las antenas y las etiquetas de identificación por radiofrecuencia pueden ser compensadas;
- 55 c) comparar la información de almacenamiento con un conjunto de condiciones de almacenamiento aceptables; y
- 60 d) rechazar o aceptar el recipiente de muestra para análisis de la muestra, en base al paso de comparación realizado en (c),
- donde los pasos (b), (c) y (d) son realizados automáticamente por un sistema analizador automatizado.

12. El método de la reivindicación 11, donde dicho lector de identificación por radiofrecuencia es además capaz de escribir información en dicha etiqueta de identificación por radiofrecuencia y dicho lector de identificación por radiofrecuencia escribe información en dicha etiqueta de identificación por radiofrecuencia.
- 5 13. El método de la reivindicación 12, donde el al menos único análisis es realizado con al menos un instrumento seleccionado del grupo que consta de instrumentos de inmunoensayo automatizados, instrumentos de química clínica automatizados, instrumentos de hematología automatizados, instrumentos automatizados de análisis de ácido nucleico, instrumentos automatizados de procesamiento de portaobjetos, e instrumentos automatizados de análisis de proteínas.
- 10 14. El método de la reivindicación 11, incluyendo además actualizar una base de datos de información para especificar la posición de cada recipiente de muestra presente en el sistema analizador automatizado.
- 15 15. El método de la reivindicación 11, incluyendo además actualizar la base de datos de información para especificar la cantidad de líquido quitado de cada recipiente de muestra presente en el sistema analizador automatizado.



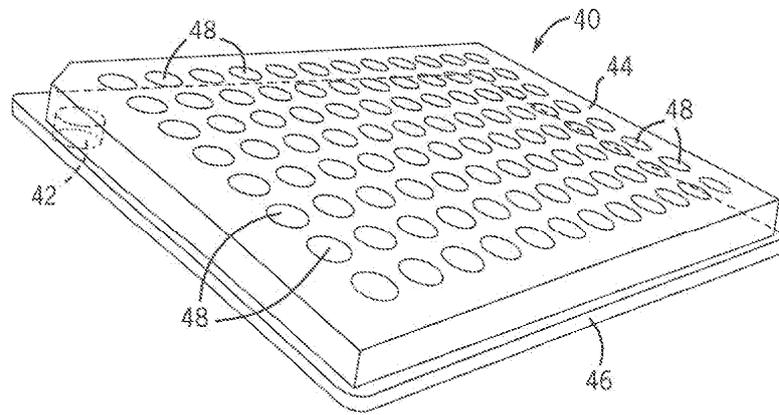


FIG. 3

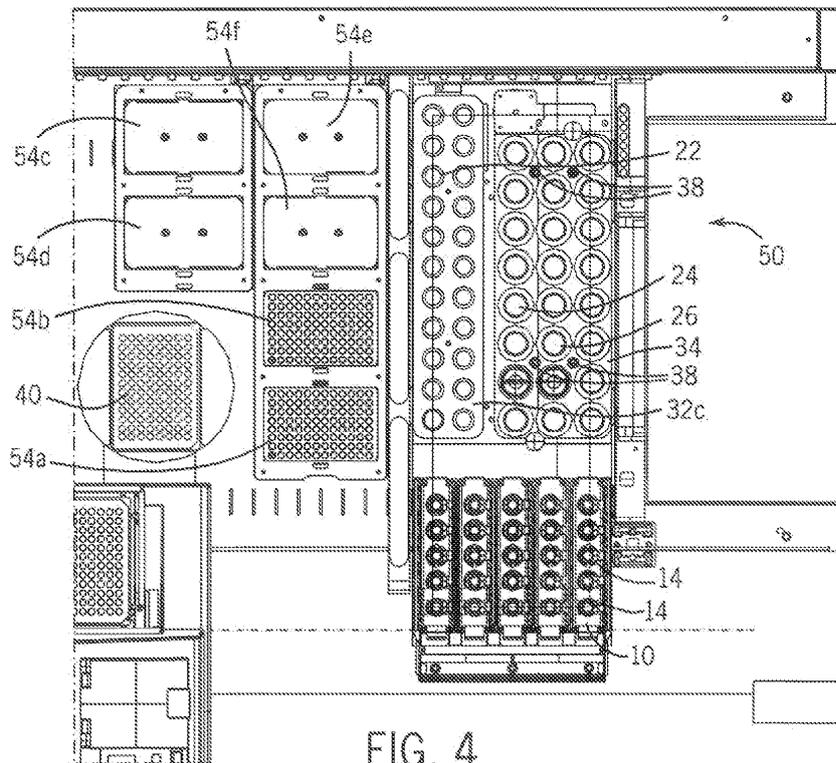
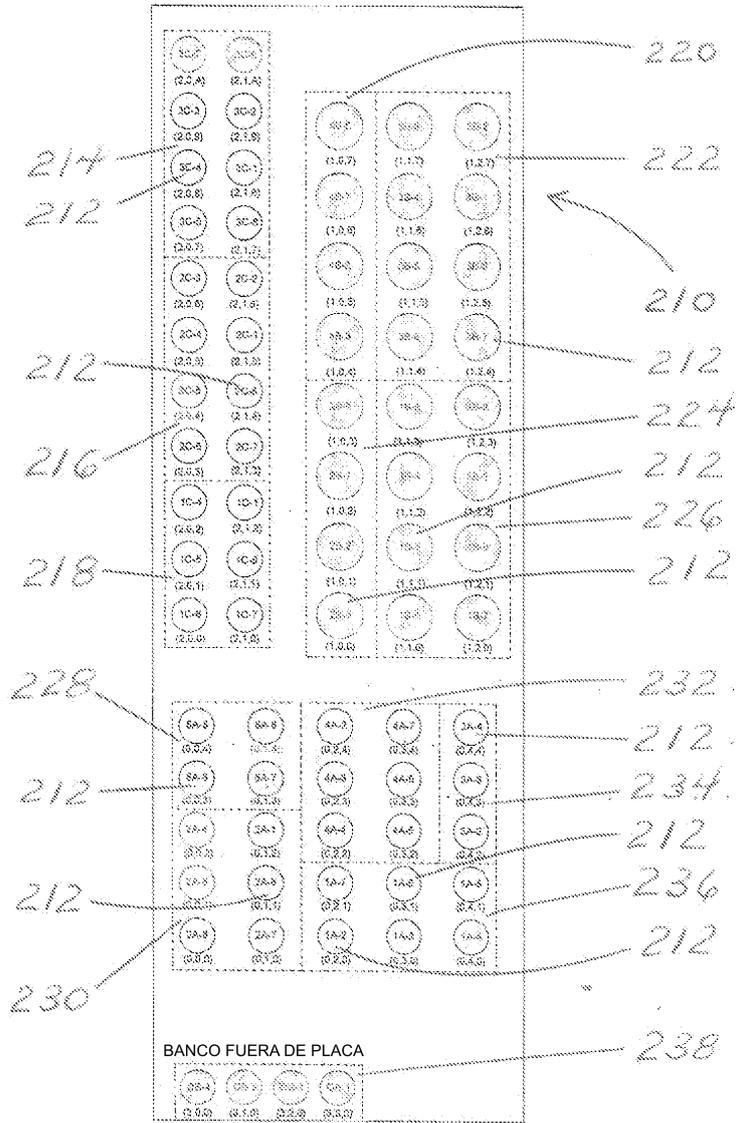


FIG. 4

PLACA DE ANTENA REV. 2



LEYENDA:

⊙ ← COORDENADAS DE HARDWARE (BANCO-ANTENAS)

(X,Y,Z) ← COORDENADAS DE SOFTWARE (BANCO, X, Y)

⊞ ← BANCO DE HARDWARE

⊙ ← CAMBIO DE REV. 1 A REV. 2

FIG. 6

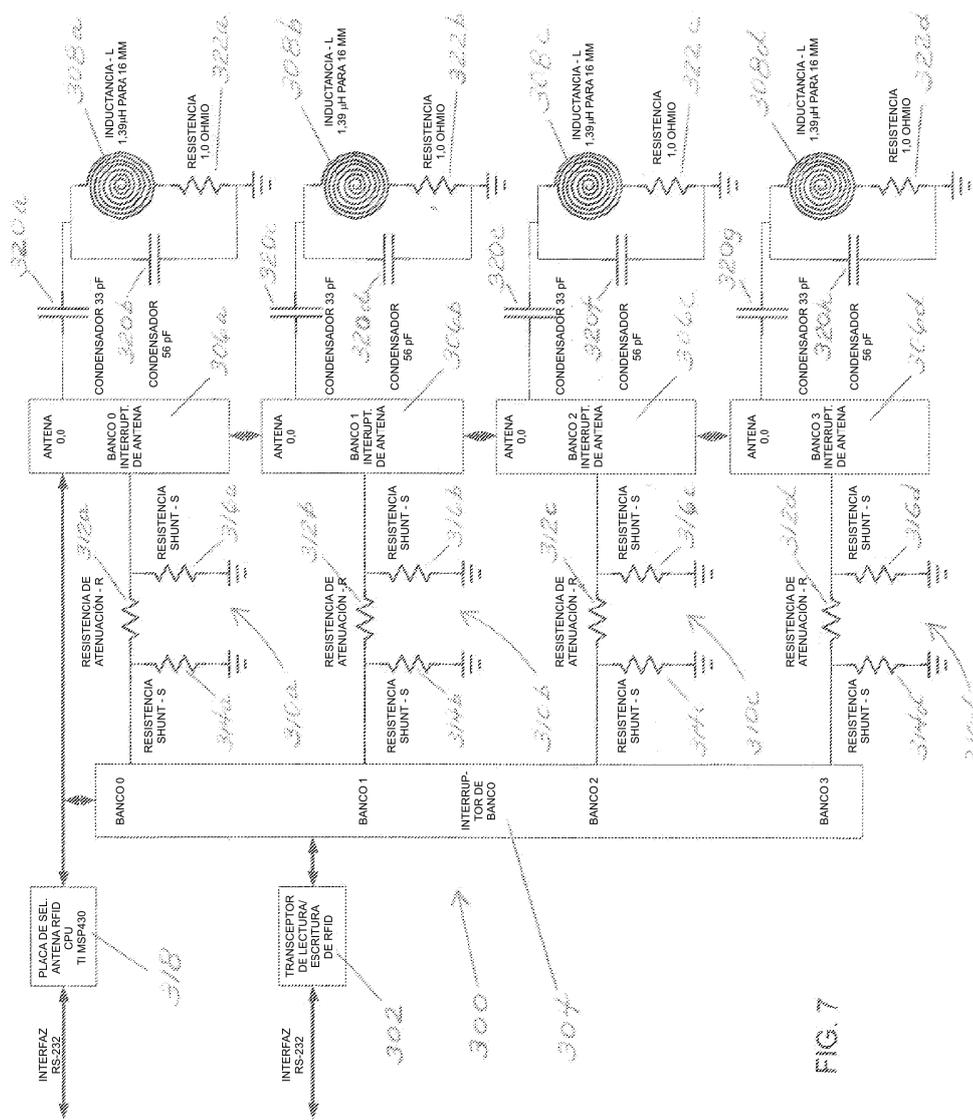


FIG. 7

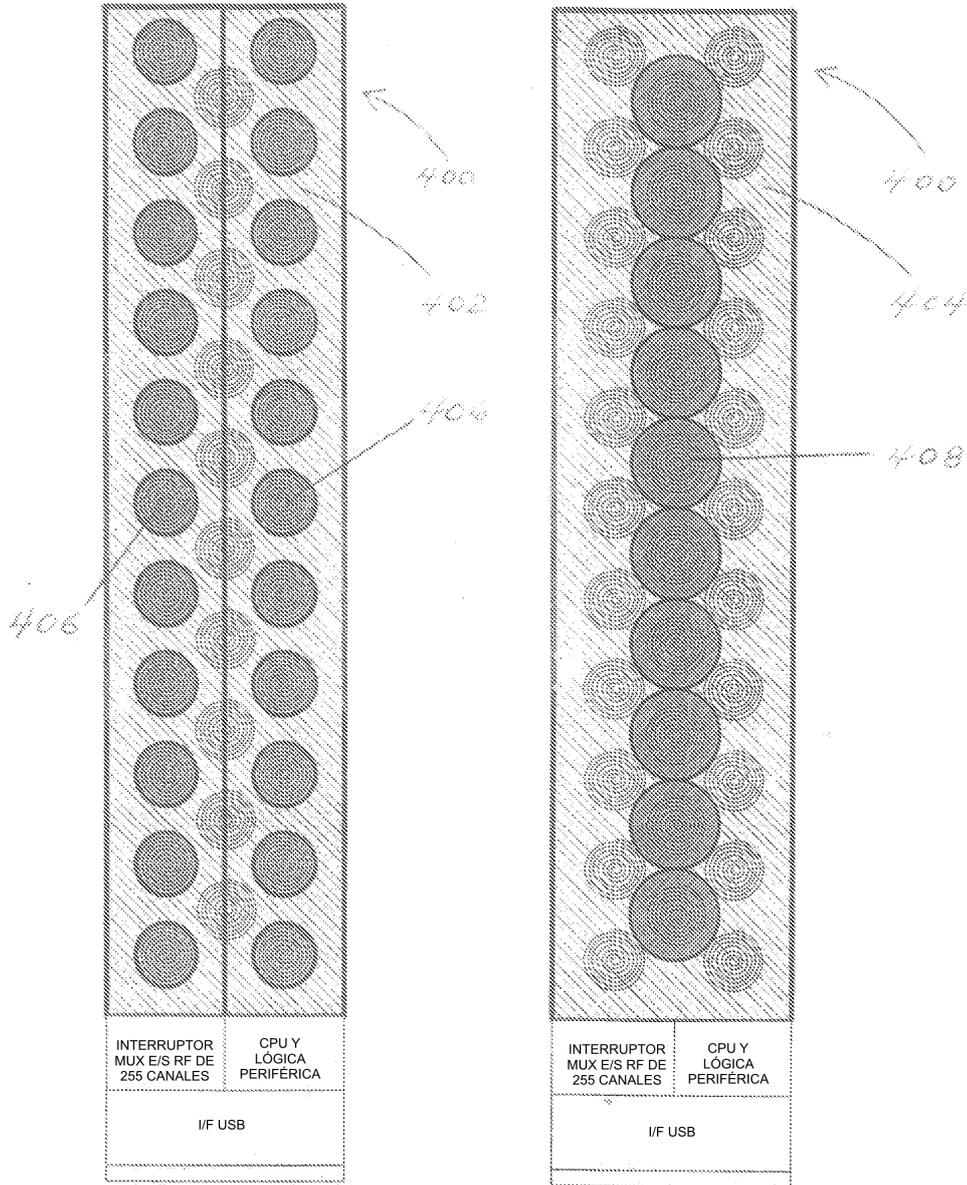


FIG. 8A

FIG. 8B