



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 324 223**

(51) Int. Cl.:
G06K 7/08 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **05253002 .9**

(96) Fecha de presentación : **17.05.2005**

(97) Número de publicación de la solicitud: **1605391**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **14.12.2005**

(54) Título: **Agrupación de antenas para un lector RFID compatible con unos transpondedores que funcionan a frecuencias portadoras diferentes.**

(30) Prioridad: **18.05.2004 US 848246**
16.12.2004 US 16576

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
03.08.2009

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
03.08.2009

(73) Titular/es: **ASSA ABLOY AB.**
Klarabergsviadukten 90, P.O. Box 70340
107 23 Stockholm, SE

(72) Inventor/es: **Quan, Ralph W.**

(74) Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

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

Agrupación de antenas para un lector RFID compatible con unos transpondedores que funcionan a frecuencias portadoras diferentes.

Campo técnico

La presente invención se refiere en general a sistemas RFID, y más particularmente a un lector RFID para un sistema RFID, el cual tiene una agrupación de antenas no interferentes sintonizadas con frecuencias diferentes para comunicarse con una pluralidad de transpondedores RFID que funcionan a frecuencias portadoras diferentes.

Antecedentes de la invención

Los sistemas de identificación por radiofrecuencia (RFID) constan en general de uno o más lectores RFID y de una pluralidad de transpondedores RFID, a los que se les denomina comúnmente credenciales. El transpondedor RFID es un dispositivo de comunicaciones por radiofrecuencia activo o pasivo, que está directamente fijado a o incorporado en un artículo a identificar o caracterizar de otro modo por el lector RFID, o que alternativamente está incorporado en un sustrato portátil, tal como una tarjeta, un llavero, una etiqueta, o similares, llevado por una persona o un artículo a identificar o caracterizar de otra manera por el lector RFID. En las patentes US nº 4.730.188 concedida a Milheiser, nº 5.541.574 concedida a Lowe *et al.*, y nº 5.347.263 concedida a Carroll *et al.*, se dan a conocer sistemas RFID ilustrativos, pudiendo resultar todos ellos de interés para el lector de la presente descripción.

Un transpondedor RFID pasivo depende del lector RFID anfitrión en cuanto a su fuente de alimentación. El lector RFID anfitrión "excita" o pone en marcha al transpondedor RFID pasivo mediante la transmisión de señales de excitación de alto voltaje hacia el espacio que rodea al lector RFID, las cuales son recibidas por el transpondedor RFID cuando el mismo está cerca de, aunque no necesariamente en contacto con, el lector RFID. Las señales de excitación del lector RFID proporcionan la energía de funcionamiento para la circuitería del transpondedor RFID destinatario. Por contraposición, un transpondedor RFID activo no depende del lector RFID en cuanto a su fuente de alimentación, sino que por el contrario se pone en marcha mediante su propia fuente de alimentación interna, tal como una batería.

Una vez que el transpondedor RFID pasivo o activo se ha puesto en marcha, el transpondedor RFID comunica información en un formato digital, tal como datos de identidad u otros datos caracterizadores almacenados en la memoria del transpondedor RFID, al lector RFID y el lector RFID puede comunicar de forma similar información de vuelta al transpondedor RFID sin que el lector RFID y el transpondedor RFID entren en contacto entre sí. El transpondedor RFID puesto en marcha se comunica con el lector RFID generando señales de datos de transpondedor dentro de la circuitería del transpondedor RFID y transmitiendo las señales de datos de transpondedor en forma de ondas electromagnéticas hacia el espacio circundante ocupado por el lector RFID. El lector RFID contiene su propia circuitería así como su propia programación de lector, las cuales están diseñadas de forma complementaria para "leer" los datos contenidos en las señales de datos del transpondedor recibidas desde el transpondedor RFID. Se indica que típicamente la circuitería y la programación del lector son significativamente mayores y más complejas que el transpondedor RFID debido a los requisitos funcionales ampliados del lector RFID en comparación con el transpondedor RFID.

Una característica deseable de todos los sistemas RFID es que todos los transpondedores y lectores RFID de un sistema determinado sean suficientemente compatibles para comunicarse entre sí de forma eficaz. La compatibilidad se logra en parte especificando la frecuencia portadora a la que se comunican señales de datos entre los transpondedores y lectores RFID del sistema RFID. Actualmente, existen dos frecuencias portadoras normalizadas que se han aceptado en general para ser usadas en sistemas RFID. Los sistemas RFID, que utilizan transpondedores RFID del tipo denominado convencionalmente tarjetas de proximidad o etiquetas de proximidad, se comunican típicamente por medio de señales de datos a una frecuencia portadora dentro de una banda de entre 100 y 150 kHz. A esta banda de frecuencias portadoras se le hace referencia nominalmente en el presente documento como frecuencia portadora de 125 kHz y se considera una frecuencia baja. Por contraposición, los sistemas RFID que utilizan transpondedores RFID del tipo denominado convencionalmente tarjetas inteligentes se comunican típicamente por medio de señales de datos a una frecuencia portadora de 13,56 MHz, a la cual se le considera una frecuencia alta. El ancho de banda de frecuencias disponible para ser usado en torno a la frecuencia portadora de 13,56 MHz está definido por las normas de ámbito industrial tales como las normas ISO 15693 y 14443.

En la actualidad, el uso de transpondedores RFID que funcionan a la frecuencia portadora baja y transpondedores RFID que funcionan en la frecuencia portadora alta han proliferado por todo el mundo. Por esta razón, el desarrollo de un lector RFID que sea compatible con transpondedores RFID que funcionen a cualquiera de las frecuencias portadoras aceptables y que logre un nivel de rendimiento comparable con un lector RFID optimizado para funcionar a una única frecuencia portadora es altamente deseable al mismo tiempo que constituye un desafío significativo. Como tal, la presente invención reconoce una necesidad de un sistema RFID que tenga uno o más lectores RFID, siendo capaz cada uno de ellos de comunicarse con una pluralidad de transpondedores RFID, estando funcionando uno o más de estos últimos a una frecuencia portadora diferente a la de los transpondedores RFID restantes.

En general, uno de los objetivos de aspectos de la presente invención es proporcionar un sistema RFID que tenga uno o más lectores RFID con capacidades de comunicación de múltiples frecuencias portadoras. Una finalidad más

particular de aspectos de la presente invención es proporcionar dicho lector RFID con capacidades de comunicación de múltiples frecuencias portadoras, en el que el alcance de las comunicaciones entre el lector RFID y los transpondedores RFID que funcionan a frecuencias portadoras diferentes no se vea comprometido significativamente por las capacidades de comunicación ampliadas del lector RFID. Otra de las finalidades de aspectos de la presente invención es proporcionar dicho lector RFID con capacidades de comunicación de múltiples frecuencias portadoras, el cual se mantenga relativamente compacto a pesar de las capacidades de comunicación ampliadas del lector RFID. Otra de las finalidades de aspectos de la presente invención es proporcionar dicho lector RFID con capacidades de comunicación de múltiples frecuencias portadoras, en el que el rendimiento del lector sea esencialmente el mismo si el lector RFID se está comunicando con un transpondedor RFID que funciona con la frecuencia portadora baja o con un transpondedor RFID que funciona con la frecuencia portadora alta.

El documento US nº 5.519.381 describe un sistema de identificación que comprende un interrogador y una pluralidad de transpondedores. El interrogador incluye un transmisor que transmite por lo menos dos señales de interrogación independientes a los transpondedores, y un receptor para recibir señales de respuesta de los transpondedores. Cada transpondedor comprende medios receptores, un generador de códigos, y medios transmisores conectados al generador de códigos. Al producirse la recepción de por lo menos una de las señales de interrogación transmitidas, el transpondedor transmite una señal de respuesta que contiene datos que lo identifican.

Sumario de la invención

La presente invención se ha realizado, por lo menos parcialmente, considerando los inconvenientes de sistemas convencionales y los objetivos indicados anteriormente.

La invención queda definida por las reivindicaciones adjuntas.

En uno de los aspectos, la presente invención proporciona una agrupación de antenas para un lector RFID. La agrupación de antenas incluye una primera antena de cuadro de lector sintonizada para funcionar a una primera frecuencia y una segunda antena de cuadro de lector sintonizada para funcionar a una segunda frecuencia diferente de la primera frecuencia, en las que dicha primera antena tiene una primera área, dicha segunda antena tiene una segunda área, y dichas primera y segunda antenas están dispuestas en una disposición de solapamiento mutuo de tal manera que por lo menos una parte de dicha primera área se superpone con por lo menos una parte de dicha segunda área. En una de las formas de realización, una primera frecuencia preferida puede ser nominalmente 125 kHz y una segunda frecuencia preferida puede ser 13,56 MHz. La agrupación de antenas puede incluir además un receptáculo de lector que contenga la primera y segunda antenas del lector.

Según una de las formas de realización, la primera y segunda antenas están dispuestas en una disposición de flujo magnético en oposición.

Otra caracterización de la presente invención es un lector RFID para un sistema RFID. El lector RFID tiene una agrupación de antenas que incluye una primera antena de lector sintonizada para funcionar a una primera frecuencia y una segunda antena de lector sintonizada para funcionar a una segunda frecuencia diferente de la primera frecuencia. El lector RFID tiene también un generador de señales acoplado a la primera y segunda antenas del lector. El generador de señales puede ser un generador de señales integrado que incluya medios integrales para generar señales para su transmisión desde la primera y segunda antenas del lector. Alternativamente, el generador de señales puede incluir un primer generador de señales discreto acoplado a la primera antena del lector para generar señales para su transmisión desde la primera antena del lector y un segundo generador de señales discreto acoplado a la segunda antena del lector independiente con respecto al primer generador de señales discreto para generar señales para su transmisión desde la segunda antena del lector.

Según una forma de realización alternativa, el lector RFID tiene un conjunto electrónico de receptor acoplado a la primera y segunda antenas del lector. El conjunto electrónico de receptor puede ser un conjunto electrónico de receptor integrado que incluya medios integrales para acondicionar señales recibidas por la primera y segunda antenas del lector. Alternativamente, el conjunto electrónico de receptor puede incluir un primer conjunto electrónico de receptor discreto acoplado a la primera antena del lector para acondicionar señales recibidas por la primera antena del lector y un segundo conjunto electrónico de receptor discreto acoplado a la segunda antena del lector, independiente con respecto al primer conjunto electrónico de receptor discreto, para acondicionar señales recibidas por la segunda antena del lector.

La presente invención se entenderá adicionalmente a partir de los dibujos y la siguiente descripción detallada.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es un diagrama de bloques esquemático de un sistema RFID que incluye una pluralidad de transpondedores RFID y un lector RFID.

Las Figuras 2A y 2B son, respectivamente, una vista superior y una vista lateral conceptualizadas de una primera disposición de antenas correspondiente a una agrupación de antenas que tiene utilidad en el lector RFID de la Figura 1.

ES 2 324 223 T3

Las Figuras 3A y 3B son respectivamente una vista superior y una vista lateral conceptualizadas de una segunda disposición de antenas correspondiente a una agrupación de antenas que tiene utilidad en el lector RFID de la Figura 1.

Las Figuras 4A y 4B son respectivamente una vista superior y una vista lateral conceptualizadas de una tercera disposición de antenas correspondiente a una agrupación de antenas que tiene utilidad en el lector RFID de la Figura 1.

Las Figuras 5A y 5B son respectivamente una vista superior y una vista lateral conceptualizadas de una cuarta disposición de antenas correspondiente a una agrupación de antenas que tiene utilidad en el lector RFID de la Figura 1.

Las Figuras 6A y 6B son respectivamente una vista superior y una vista lateral conceptualizadas de una quinta disposición de antenas correspondiente a una agrupación de antenas que tiene utilidad en el lector RFID de la Figura 1.

Descripción de formas de realización particulares

Haciendo referencia inicialmente a la Figura 1, se muestra un sistema RFID conceptualizado y designado en general con la referencia 10. El sistema RFID 10 comprende un primer transpondedor RFID 12a, un segundo transpondedor RFID 12b, y un lector RFID 14. El lector RFID 14 representa una forma de realización de un lector RFID y se describe de forma más detallada posteriormente en el presente documento.

El primer y segundo transpondedores RFID 12a, 12b son dispositivos pasivos, que no están acoplados físicamente a una fuente de alimentación eléctrica. La energía eléctrica requerida para hacer funcionar el primer y segundo transpondedores RFID 12a, 12b se suministra indirectamente al primer y segundo transpondedores RFID 12a, 12b mediante ondas electromagnéticas, las cuales se propagan periódicamente a través del espacio abierto 16 hacia el primer y segundo transpondedores RFID 12a, 12b, desde el lector RFID 14. La comunicación entre el primer y segundo transpondedores RFID 12a, 12b y el lector RFID 14 es solamente posible cuando el primer y segundo transpondedores RFID 12a, 12b y el lector RFID 14 se encuentran a menos de una cierta distancia el uno del otro, la cual depende de las características tanto del lector RFID 14 como del primer y segundo transpondedores RFID 12a, 12b.

El diseño conceptual básico del primer y segundo transpondedores RFID 12a, 12b es convencional y es esencialmente el mismo para cada uno de los transpondedores RFID 12a y 12b. El diseño solamente se describe posteriormente haciendo referencia al primer transpondedor RFID 12a, aunque se entiende que la misma descripción se aplica en general también al segundo transpondedor RFID 12b. Los elementos de transpondedor comunes que se encuentran en ambos transpondedores RFID 12a, 12b se designan en los dibujos mediante el mismo número de referencia raíz (por ejemplo, 12). No obstante, los elementos de transpondedor particulares en el primer transpondedor RFID 12a se distinguen con respecto a sus homólogos en el segundo transpondedor RFID 12b mediante la adición del sufijo "a" al final del número de referencia raíz si el elemento de transpondedor particular se encuentra en el primer transpondedor RFID 12a y mediante la adición del sufijo "b" al final del número de referencia raíz si el elemento del transpondedor particular correspondiente se encuentra en el segundo transpondedor RFID 12b.

El primer transpondedor RFID 12a incluye un circuito integrado (IC) 18a (denominado también chip de transpondedor) y una antena 20a acoplada al IC 18a de transpondedor. La antena 20a realiza las funciones tanto de recepción como de transmisión del primer transpondedor RFID 12a y como tal se le denomina antena de doble función. Aunque no se muestra, el primer transpondedor RFID 12a puede incluir alternativamente dos antenas independientes, es decir, una antena de recepción y una antena de transmisión, en lugar de la antena 20a de doble función única. Las dos antenas realizan por separado las funciones de recepción y de transmisión del primer transpondedor RFID 12a.

Además, del IC 18a de transpondedor y una antena 20a, el primer transpondedor RFID 12a incluye preferentemente un condensador 22a de sintonía externo acoplado al IC 18a de transpondedor y la antena 20a. El término "externo" se usa en el presente documento para designar componentes electrónicos que no están incluidos física o funcionalmente dentro de un circuito integrado tal como el IC 18a de transpondedor. El condensador 22a de sintonía, en colaboración con la antena 20a, determina la frecuencia portadora del primer transpondedor RFID 12a. En particular, el profesional fija la frecuencia portadora del primer transpondedor RFID 12a seleccionando una antena y un condensador de sintonía para el primer transpondedor RFID 12a, los cuales se sintonizan con una frecuencia portadora predeterminada. El IC 18a de transpondedor es un IC personalizado o un IC de serie que realiza esencialmente todas las funciones restantes del primer transpondedor RFID 12a no abarcadas por la antena 20a y el condensador 22a de sintonía, incluyendo funciones de control del transpondedor, funciones de almacenamiento de datos, y cualquier función de procesamiento de datos requerida del primer transpondedor RFID 12a, tal como se da a conocer en las patentes US nº 4.730.188 y nº 5.541.574. La totalidad de los elementos 18a, 20a, 22a de transpondedor antes citados están incorporados en una tarjeta 23a.

Aunque no se muestra en la Figura 1, un transpondedor RFID en el que se omita el condensador de sintonía tiene una utilidad alternativa para el presente ejemplo. La frecuencia portadora de un transpondedor RFID que carezca de un condensador de sintonía es meramente una función del IC de transpondedor y de la antena seleccionada.

Con el fin de ilustrar el funcionamiento y las ventajas del lector RFID 14, el primer transpondedor RFID 12a está construido para funcionar a una primera frecuencia portadora y el segundo transpondedor RFID 12b está construido para funcionar a una segunda frecuencia portadora diferente de la primera frecuencia portadora. La primera y segunda frecuencias portadoras son típicamente una cualquiera de las dos frecuencias portadoras normalizadas 125 kHz o 13,56 MHz. De este modo, con fines ilustrativos, al primer transpondedor RFID 12a se le denomina tarjeta de proximidad, en la que la antena 20a y el condensador 22a de sintonía están sintonizados con una frecuencia portadora de 125 kHz. Al segundo transpondedor RFID 12b se le denomina tarjeta inteligente, en la que la antena 20b y el condensador 22b de sintonía están sintonizados con una frecuencia portadora de 13,56 MHz. En muchos casos, el IC 18b de transpondedor de la tarjeta inteligente (es decir, el segundo transpondedor RFID 12b) tiene unas capacidades funcionales significativamente ampliadas con respecto al IC 18a de transpondedor de la tarjeta de proximidad (es decir, el primer transpondedor RFID 12a).

Debe entenderse que el diseño conceptual de los circuitos de los transpondedores RFID 12a, 12b antes citados y mostrados en la Figura 1 es ilustrativo y no está destinado a limitar la utilidad de la presente invención. En particular, debe entenderse que la utilidad de la presente invención no se limita a transpondedores RFID incorporados en tarjetas y/o a transpondedores RFID que funcionen a cualquier frecuencia portadora específica normalizada o no normalizada. Además, debe entenderse que la utilidad de la presente invención no se limita a un diseño específico de los circuitos del transpondedor cualquiera que sea, sino que en general es aplicable a la mayoría de diseños convencionales de circuitos para transpondedores RFID incluyendo los diferentes diseños de circuitos mostrados y descritos en las patentes US n° 4.730.188, n° 5.541.574 y n° 5.347.263. Tampoco se limita la utilidad de la presente invención a transpondedores RFID pasivos. Dentro del alcance de la presente invención se incluye alternativamente la sustitución de uno o más de los transpondedores RFID pasivos 12a, 12b por uno o más transpondedores RFID activos, no mostrados, que funcionen a las frecuencias portadoras correspondientes. Los transpondedores RFID activos son esencialmente idénticos a los transpondedores RFID pasivos 12a, 12b, aunque contienen adicionalmente una fuente de alimentación eléctrica interna, tal como una batería, que proporcione internamente la energía eléctrica requerida para hacer funcionar el transpondedor RFID activo.

Se entiende todavía adicionalmente que la utilidad de la presente invención no se limita a un sistema RFID 10 que comprenda dos transpondedores RFID 12a, 12b y un lector RFID 14. En la práctica, la presente invención tiene utilidad en sistemas RFID poblados por un número cualquiera de transpondedores RFID y/o lectores RFID.

El diseño conceptual básico del lector RFID 14 comprende un generador 24 de señales (denominado alternativamente excitador), un conjunto electrónico 26 de receptor, un microcontrolador 28 de lector (que incluye preferentemente una memoria de lector), una interfaz 30 de entrada/salida (I/O) de lector, y una fuente 32 de alimentación de lector. El lector 14 comprende además una agrupación de antenas de lector, a saber, una antena 34 de baja frecuencia de lector (y un condensador opcional 36 de sintonía de baja frecuencia de lector, emparejado de forma correspondiente) y una antena 38 de alta frecuencia de lector (y un condensador opcional 40 de sintonía de alta frecuencia de lector, emparejado de forma correspondiente).

La fuente 32 de alimentación del lector se obtiene a partir de una fuente de alimentación eléctrica finita que está incorporada (es decir, es interna) dentro del lector RFID 14, tal como una batería portátil relativamente pequeña que conste de una o más pilas secas desechables o pilas recargables. Alternativamente, la fuente 32 de alimentación del lector está conectada de forma permanente a una fuente de alimentación eléctrica remota esencialmente infinita, tal como una impresora de suministro eléctrico.

El generador 24 de señales incluye componentes electrónicos convencionales, similares a los datos a conocer en la patente US n° 4.730.188 y la patente US n° 6.476.708 concedida a Johnson, que puede resultar de interés para el lector, para generar ondas electromagnéticas de energía relativamente baja denominadas “señales de llamada” o “señales de detección” y para generar ondas electromagnéticas de energía relativamente alta denominadas “señales de excitación”. En particular, el generador 24 de señales incluye componentes electrónicos para generar señales de detección y excitación de baja frecuencia que tienen una frecuencia de 125 kHz y señales de detección y excitación de alta frecuencia que tienen una frecuencia de 13,56 MHz.

El generador 24 de señales está acoplado a la antena de baja frecuencia del lector y al condensador 34, 36 de sintonía, de baja frecuencia, emparejado, a través de un conductor 42 de entrada de la antena de baja frecuencia para transmitir señales de detección y excitación de baja frecuencia desde el generador 24 de señales a través del espacio abierto 16 para su recepción por parte del primer transpondedor RFID 12a, que está sintonizado a 125 kHz. El generador 24 de señales está acoplado de forma similar a la antena de alta frecuencia del lector y al condensador 38, 40 de sintonía, de alta frecuencia, emparejado, por medio de un conductor 44 de entrada de la antena de alta frecuencia para transmitir señales de detección y excitación de alta frecuencia desde el generador 24 de señales a través del espacio abierto 16 para su recepción por parte del segundo transpondedor RFID 12b que está sintonizado a 13,56 MHz.

Los conductores 42, 44 de entrada de las antenas se muestran de manera que conectan directamente las antenas 34, 38 del lector y los condensadores 36, 40 de sintonía asociados, respectivamente, al generador 24 de señales. No obstante, se entiende que el acoplamiento de las antenas 34, 38 del lector y los condensadores 36, 40 de sintonía asociados, al generador 24 de señales a través de los conductores 42, 44 de entrada de las antenas abarca además conexiones indirectas, en las que en los trayectos de los conductores 42, 44 de entrada de las antenas que se extienden

ES 2 324 223 T3

entre el generador 24 de señales y las antenas 34, 38 del lector y los condensadores 36, 40 de sintonía asociados se posiciona uno o más componentes electrónicos intermedios adicionales que se sitúan dentro del ámbito de los expertos.

Las señales de excitación transmitidas desde el lector RFID 14 tienen típicamente un alcance limitado debido a las restricciones de tamaño y potencia del lector RFID 14. De este modo, el lector RFID 14 y el transpondedor RFID 12a ó 12b son operativos simultáneamente solo cuando el transpondedor RFID 12a ó 12b está dentro del alcance del lector RFID 14 y, más particularmente, cuando el lector RFID 14 y el transpondedor RFID 12a ó 12b están posicionados en relativa proximidad mutua de tal manera que el transpondedor RFID 12a ó 12b reciba señales de excitación de intensidad suficiente y una frecuencia apropiada desde el lector RFID 14 para poner en marcha el transpondedor RFID 12a ó 12b.

En la mayoría de sistemas RFID convencionales, la posición del lector RFID es fija (es decir, constante) con respecto al entorno circundante, mientras que la posición del transpondedor RFID es portátil (es decir, variable) dentro del entorno circundante. En tales casos, el usuario del sistema RFID mueve el transpondedor RFID portátil hacia una proximidad relativa con el lector RFID fijo para habilitar un funcionamiento simultáneo tanto del transpondedor RFID como del lector RFID. No obstante, en algunos sistemas RFID convencionales, la posición del lector RFID puede ser portátil con respecto al entorno circundante, mientras que la posición del transpondedor RFID es o bien portátil o bien fija. En el caso de un lector RFID portátil y un transpondedor RFID fijo, el usuario mueve el lector RFID portátil hacia proximidad relativa con el transpondedor RFID fijo para habilitar un funcionamiento simultáneo tanto del transpondedor RFID como del lector RFID. En el caso de un lector RFID portátil y un transpondedor RFID portátil, el usuario puede mover tanto el lector RFID portátil como el transpondedor RFID portátil hacia una proximidad mutua relativa para habilitar un funcionamiento simultáneo tanto del transpondedor RFID como del lector RFID. La utilidad de la presente invención no se limita a la portabilidad o, a la inversa, la falta de portabilidad de o bien el lector RFID 14 ó bien los transpondedores RFID 12a, 12b.

El generador 24 de señales inicialmente funciona en un modo de detección de transpondedores. El modo de detección de transpondedores es un estado del funcionamiento de potencia reducida que se logra consumiendo periódicamente una corriente eléctrica reducida de la fuente 32 de alimentación del lector bajo la dirección del microcontrolador 28 del lector. Un microcontrolador de lector se define en general en el presente documento de manera que incluye sustancialmente cualquier procesador dimensionado para caber dentro de un lector RFID convencional y que tenga las capacidades suficientes para realizar las funciones de procesamiento deseadas del lector RFID.

El generador 24 de señales genera periódicamente señales de detección tanto de 125 kHz como de 13,56 MHz que contienen datos analógicos, en respuesta a la corriente eléctrica reducida. Las señales de detección de 125 kHz se transmiten periódicamente desde el lector RFID 14 sobre la antena 34 de baja frecuencia del lector y las señales de detección de 13,56 MHz se transmiten periódicamente desde el lector RFID 14 sobre la antena 38 de alta frecuencia del lector. Las señales de detección son de una intensidad insuficiente como para poner en marcha el funcionamiento de cualquier transpondedor RFID 12a, 12b que resida en el espacio abierto circundante 16, aunque sin embargo se propagan hacia el espacio abierto 16 que rodea al lector RFID 14. El lector RFID 14, cuando está funcionando en el modo de detección de transpondedores, monitoriza y evalúa las señales de detección propagadas, devueltas al lector RFID 14 a través de las antenas 34, 38 de baja y/o alta frecuencia del lector.

En la presente forma de realización, las funcionalidades de monitorización y evaluación están integradas en el microcontrolador 28 del lector, que puede ser un dispositivo de un solo chip. El microcontrolador 28 del lector tiene un primer conductor 46 de entrada del microcontrolador y un segundo conductor 48 de entrada del microcontrolador. El primer conductor 46 de entrada del microcontrolador acopla el microcontrolador 28 del lector a la fuente 32 de alimentación del lector. El segundo conductor 48 de entrada del microcontrolador acopla el microcontrolador 28 del lector al conjunto electrónico 26 de receptor. A su vez, el conjunto electrónico 26 de receptor está acoplado a la antena de baja frecuencia del lector y al condensador 34, 36 de sintonía, de baja frecuencia, emparejado, a través de un conductor 50 de salida de antena de baja frecuencia y a la antena de alta frecuencia del lector y el condensador 38, 40 de sintonía, de alta frecuencia, emparejado, a través de un conductor 52 de salida de antena de alta frecuencia.

Los conductores 50, 52 de salida de antena se muestran de manera que conectan directamente las antenas 34, 38 del lector y los condensadores 36, 40 de sintonía asociados, respectivamente, al conjunto electrónico 26 de receptor. No obstante, se entiende que el acoplamiento de las antenas 34, 38 del lector y los condensadores 36, 40 de sintonía asociados, al conjunto electrónico 26 de receptor a través de los conductores 50, 52 de salida de antena abarca además conexiones indirectas, en las que en los trayectos de los conductores 50, 52 de salida de antena, que se extienden entre el conjunto electrónico 26 de receptor y las antenas 34, 38 del lector y los condensadores 36, 40 de sintonía asociados se posicionan uno o más componentes electrónicos intermedios adicionales que se sitúan dentro del ámbito de los expertos.

Los datos analógicos de las señales de detección se convierten a datos digitales, y el microcontrolador 28 del lector identifica cambios de grado y/o cambios de tipo dentro de los datos digitales. El microcontrolador 28 del lector reconoce qué cambios en los datos digitales se corresponden con cambios en uno o más parámetros de detección seleccionados, tales como la tasa de disminución o el voltaje de las señales de detección. Cambios en uno o más de los parámetros de detección seleccionados indican la presencia de un transpondedor RFID 12a ó 12b que tiene una frecuencia determinada en el espacio abierto 16.

Cuando el microcontrolador 28 del lector detecta un transpondedor RFID 12a ó 12b, el microcontrolador 28 del lector conmuta el generador 24 de señales desde el modo de detección de transpondedores en el estado de potencia reducida a un modo de excitación de transpondedores en un estado de funcionamiento de potencia aumentada. La conmutación del generador 24 de señales al modo de excitación hace que finalice la generación periódica de las señales de detección de la frecuencia determinada y provoca que el generador 24 de señales consuma una corriente eléctrica aumentada de la fuente 32 de alimentación del lector. El consumo aumentado de corriente eléctrica en el modo de excitación permite que el generador 24 de señales genere una señal de excitación de la frecuencia determinada bajo la dirección del microcontrolador 28 del lector. La señal de excitación se presenta en forma de una onda electromagnética, que tiene la intensidad suficiente para poner en marcha el transpondedor RFID 12a ó 12b.

La antena 20a ó 20b de transpondedor tiene un alcance de recepción de señales de excitación que es generalmente de varias pulgadas cuando las antenas del lector y el transpondedor están superpuestas coaxialmente. Cuando el transpondedor RFID 12a ó 12b y/o el lector RFID 14 se mueve a una posición proximal de tal manera que la distancia entre el lector RFID 14 y el transpondedor RFID 12a ó 12b se sitúa dentro del alcance de recepción de señales de excitación de la antena 20a ó 20b del transpondedor, la antena 20a ó 20b del transpondedor recibe la señal de excitación con una intensidad suficiente como para poner en marcha el IC 18a ó 18b del transpondedor, activando de este modo al transpondedor RFID 12a ó 12b.

Al producirse la activación, el IC 18a ó 18b del transpondedor genera una señal de comunicaciones denominada señal de datos del transpondedor, que contiene información legible (es decir, datos digitales) copiados u obtenidos de otro modo a partir de la memoria del IC 18a ó 18b del transpondedor. La señal de datos del transpondedor se presenta en forma de una onda electromagnética como la señal de excitación. Debe indicarse que a las señales de comunicaciones de sistemas RFID (es decir, señales de excitación y de datos de transpondedores) se les denomina típicamente señales de radiofrecuencia. No obstante, las señales de excitación y de datos de los transpondedores de la presente invención no se limitan exclusivamente a señales que presenten frecuencias específicas dentro de la banda estrecha de "radiofrecuencia", ya que la "radiofrecuencia" se define comúnmente para la industria de las radiocomunicaciones. El transpondedor RFID 12a ó 12b transmite la señal de datos del transpondedor al espacio abierto 16 del entorno externo a través de la antena 20a ó 20b de transpondedor.

Cada una de las antenas 34, 38 del lector actúa como antena única de doble función, la cual realiza las funciones tanto de recepción como de transmisión del lector RFID 14. En particular, las antenas 34, 38 de lector reciben las señales de detección de baja y alta frecuencia y las señales de datos de transpondedores de baja y alta frecuencia, respectivamente, desde el espacio abierto 16 y transmiten las señales de detección y excitación de baja y alta frecuencia al espacio abierto 16. No obstante, la presente invención no se limita a un lector RFID con antenas de doble función. La presente invención abarca alternativamente un lector RFID con antenas independientes de recepción y transmisión, que realizan por separado las funciones de recepción de señales de datos de los transpondedores y de señales de detección del lector RFID y las funciones de transmisión de señales de detección y de señales de excitación del lector RFID, respectivamente. Todavía en otra opción alternativa, en la que un lector RFID está provisto de antenas independientes de recepción y de transmisión, las antenas de transmisión del lector son capaces de adaptarse para actuar como antenas de doble función (es decir, recepción y transmisión) solamente con respecto a las señales de detección mientras que las antenas de transmisión y recepción del lector funcionan por separado con respecto a las señales de datos de los transpondedores.

Los componentes de lectura de señales de datos de los transpondedores y su funcionalidad correspondiente están integrados en el microcontrolador 28 del lector junto con los componentes de detección de transpondedores y los componentes para activar el modo de excitación y sus funcionalidades correspondientes antes descritas. El conjunto electrónico 26 de receptor recibe las señales de datos de transpondedores de baja y alta frecuencia para cualquiera de entre una pluralidad de velocidades de datos y tipos de modulación, desde las antenas 34, 38 del lector, a través, respectivamente, de los conductores 50, 52 de salida de antena de baja y alta frecuencia. El conjunto electrónico 26 de receptor "acondiciona" las señales de datos de transpondedores de baja y alta frecuencia, haciendo de este modo que las señales que contienen datos analógicos y digitales de diferentes frecuencias portadoras, velocidades de datos y tipos de modulación, según se ha citado anteriormente, adopten una forma que permita que el microcontrolador 28 del lector procese conjuntamente la gama completa de señales. Después de acondicionar las señales de datos de los transpondedores, el conjunto electrónico 26 de receptor transporta las señales de datos de los transpondedores, acondicionadas, resultantes, hacia el microcontrolador 28 del lector a través de la segunda entrada 48 del microcontrolador.

El microcontrolador 28 del lector demodula las señales de datos de los transpondedores acondicionadas según el tipo de modulación respectivo de la señal para leer los datos de las señales. A continuación, los datos resultantes se pueden enviar a un dispositivo externo (no mostrado), tal como un ordenador anfitrión central, a través de la interfaz I/O 30 del lector.

Se entiende que el diseño conceptual del circuito del lector RFID 14 antes citado y mostrado en la Figura 1 no es más que una forma de realización ilustrativa de la presente invención, y que dentro del alcance de la presente invención existen formas de realización alternativas. Por ejemplo, dentro del ámbito de los expertos se encuentra la sustitución del microcontrolador 28 del lector en su totalidad o parcialmente con uno o más componentes electrónicos alternativos que realicen algunas o la totalidad de las funciones realizadas por el microcontrolador 28 del lector en la forma de realización antes citada. Se indica adicionalmente que la Figura 1 es simplemente un diagrama de bloques esquemático del lector RFID 14, en el que los elementos individuales se representan conceptualmente. Por ejemplo, el generador

24 de señales se representa como una única construcción integrada, acoplada a ambas antenas 34, 38 del lector. No obstante, dentro del alcance de la presente invención se incluye la provisión de generadores de señales discretos independientes, dedicados a cada antena 34 y 38 del lector. El conjunto electrónico 26 de receptor se representa de forma similar como una única construcción integrada, acoplada a ambas antenas 34, 38 del lector. No obstante, el alcance de la presente invención incluye la provisión de conjuntos electrónicos de receptor discretos, independientes, dedicados a cada antena 34 y 38 del lector.

La expresión “conjunto de antena de baja frecuencia del lector” se usa en el presente documento para designar de forma combinada la antena 34 de baja frecuencia del lector, el conductor 42 de entrada de la antena de baja frecuencia, y el conductor 50 de salida de la antena de baja frecuencia. La expresión “conjunto de antena de alta frecuencia del lector” se usa de forma similar en el presente documento para designar de forma combinada la antena 38 de alta frecuencia del lector, el conductor 44 de entrada de la antena de alta frecuencia, y el conductor 52 de salida de la antena de alta frecuencia. La antena 34 ó 38 del lector es la parte del conjunto de antena que está configurada principalmente para la función de recibir señales de datos de los transpondedores y/o transmitir señales de detección y excitación. El conductor 42 ó 44 de entrada de la antena es la parte del conjunto de antena que está configurada principalmente para la función de acoplar el generador 24 de señales a la antena 34 ó 38 del lector con el fin de transportar señales de detección y excitación desde el generador 24 de señales a la antena 34 ó 38 del lector. El conductor 50 ó 52 de salida de la antena es la parte del conjunto de antena que está configurada principalmente para la función de acoplar el conjunto electrónico 26 de receptor a la antena 34 ó 38 del lector con el fin de transportar señales de datos de transpondedores desde la antena 34 ó 38 del lector al conjunto electrónico 26 de receptor.

Los conjuntos de antena del lector se representan conceptualmente en la Figura 1 en forma de bobinas, incluyendo cada una de ellas una antena 34 ó 38 de lector configurada como un único devanado espiral. No obstante, dentro del alcance de la presente invención se incluye la configuración de las antenas 34, 38 del lector en sustancialmente cualquier configuración funcional conocida para los expertos. Por ejemplo, las antenas 34, 38 del lector pueden tener un único devanado tal como se muestra, o alternativamente pueden tener múltiples devanados. Las antenas 34, 38 del lector también pueden tener sustancialmente cualquier forma funcional además de espiral tal como se muestra, tal como un cuadrado, círculo u óvalo. Las antenas 34, 38 del lector se representan conceptualmente en la Figura 1 de manera que están dispuestas en paralelo de forma mutuamente adyacente. No obstante, se pueden seleccionar disposiciones alternativas más específicas de las antenas 34, 38 del lector una con respecto a otra, por ejemplo, según las enseñanzas de la presente invención tal como se expone posteriormente.

A continuación se describen, a título de ejemplo, varias disposiciones alternativas de las antenas 34, 38 del lector haciendo referencia a las Figuras 2 a 6. Por simplificar su ilustración, aunque en modo alguno limitando la presente invención, cada antena 34, 38 del lector está configurada con la forma de un cuadrado y tiene un único devanado. Además, la antena 34 de baja frecuencia del lector se representa mediante un contorno de antena continuo, mientras que la antena 38 de alta frecuencia del lector se representa mediante un contorno de antena de trazos en las Figuras 2 a 6. No obstante, el contorno de antena continuo puede representar alternativamente la antena 38 de alta frecuencia del lector, mientras que el contorno de antena de trazos puede representar alternativamente la antena 34 de baja frecuencia del lector.

En general, las antenas 34, 38 del lector se posicionan de forma preferente operativamente montando de forma fijable las antenas 34, 38 del lector dentro de un receptáculo 54 (mostrado en la Figura 1) para el lector RFID 14. El receptáculo 54 del lector es una cubierta o carcasa externa construida a partir de un material, tal como un plástico rígido, que contiene y protege los elementos del lector RFID 14, incluyendo las antenas 34, 38 del lector, sin obstaculizar sustancialmente el funcionamiento del lector RFID 14. Frecuentemente, es deseable que el receptáculo 54 del lector sea lo más compacto posible en la práctica. Como el tamaño del receptáculo 54 del lector es por lo menos parcialmente función de la disposición de las antenas 34, 38 del lector, es deseable disponer las antenas 34, 38 del lector de una manera que permita que las antenas 34, 38 del lector estén contenidas dentro de un receptáculo 54 de lector que tenga un tamaño compacto aceptable.

El posicionamiento en aproximación de las antenas 34, 38 del lector dentro del receptáculo 54 del lector reduce claramente los requisitos del tamaño del receptáculo 54 del lector. No obstante, se ha observado que el posicionamiento en aproximación de las antenas 34, 38 del lector sin tener en cuenta su disposición específica puede provocar interferencia entre las antenas 34, 38 del lector lo cual puede hacer que disminuya de forma correspondiente el alcance de las comunicaciones de cualquiera de las antenas 34, 38 del lector. Típicamente, un lector RFID se basa en un efecto de resonancia a una frecuencia de funcionamiento deseada para maximizar la intensidad del campo magnético que materializa las señales de detección y excitación, el cual emana hacia el espacio abierto desde el lector RFID. El efecto de resonancia es entre otros una función de la inductancia de la bobina de la antena y la capacidad del condensador de sintonía dentro del circuito resonante del lector RFID. Cuando dos bobinas de antena se posicionan una cerca de otra dentro de una agrupación de múltiples bobinas de antena, entre las bobinas de antena se crean también pequeñas capacidades denominadas capacidades “parásitas”. Las capacidades parásitas de una bobina de antena determinada en combinación con la inductancia de esa bobina de antena crea un efecto de “autorresonancia”, que, si no se tiene en cuenta en el diseño de la bobina de la antena, reduce significativamente la intensidad del campo magnético que emana de cualquiera de las bobinas de antena, reduciendo significativamente de este modo el alcance de las comunicaciones de cualquiera de las bobinas de antena.

El efecto de autorresonancia se ilustra mediante el caso en el que dos bobinas de antena se posicionan muy próximas entre ellas. Cuando la primera bobina de antena en combinación con un primer condensador de sintonía es accionada por un generador de señales, se emite un campo magnético desde la primera bobina de antena. Si por lo menos una parte de este campo magnético pasa a través de la segunda bobina de antena proximal, el campo magnético provoca actividad eléctrica dentro de la segunda bobina de antena como resultado de la autorresonancia de la segunda bobina de antena. En el peor de los casos, la segunda bobina de antena se encuentra a la misma frecuencia de resonancia que la primera bobina de antena en combinación con el primer condensador de sintonía, lo cual provoca que se pierda la máxima cantidad de energía del generador de señales hacia la segunda bobina de antena y reduce sustancialmente el alcance de las comunicaciones de la primera bobina de antena.

Para ilustrar un caso más específico de autorresonancia, la primera y segunda antenas están posicionadas en proximidad y la primera bobina de antena es una antena de lector de baja frecuencia (125 kHz) mientras que la segunda bobina de antena es una antena de lector de alta frecuencia (13,56 MHz). La antena de baja frecuencia del lector tiene una inductancia ilustrativa de 1 milihenrio. Como el cuadrado de la frecuencia de resonancia (en radianes) es inversamente proporcional al producto de la inductancia y la capacidad, la capacidad de la antena de baja frecuencia del lector para la autorresonancia de 13,56 MHz es aproximadamente 0,14 picofaradios, lo cual se encuentra en la banda de la capacidad parásita. Resulta extremadamente difícil controlar capacidades en este nivel y de forma correspondiente evitar que la autorresonancia de la antena de baja frecuencia del lector en o cerca de 13,56 MHz interfiera con el funcionamiento de la antena de alta frecuencia del lector.

Haciendo referencia inicialmente a las Figuras 2A y 2B, las antenas 34, 38 del lector se muestran, con fines comparativos, en una disposición de aislamiento. Las antenas 34, 38 del lector tienen una orientación paralela fija sin contacto y cada antena 34 ó 38 del lector tiene esencialmente la misma área. Las antenas 34, 38 del lector están suficientemente separadas entre sí en las direcciones tanto vertical como horizontal para aislar espacialmente las antenas 34, 38 del lector una con respecto a otra y para evitar un flujo magnético significativo generado por la otra. Como tal, el efecto de autorresonancia tiene poco impacto perjudicial sobre el alcance de las comunicaciones o bien de la antena 34 de baja frecuencia del lector o bien de la antena 38 de alta frecuencia del lector, y de forma correspondiente tiene poco impacto perjudicial sobre el rendimiento del lector RFID. Sin embargo, los requisitos espaciales de la disposición de aislamiento requieren desafortunadamente un receptáculo del lector relativamente grande. Adicionalmente, se requiere, de forma no deseable, que el usuario posicione manualmente el transpondedor RFID más cerca de la antena 34 ó 38 del lector que sea compatible con ese transpondedor RFID en particular para optimizar la comunicación entre el lector RFID y el transpondedor RFID.

Una de las disposiciones de antena preferidas con respecto a la disposición de aislamiento es la denominada disposición con solapamiento. Según la disposición con solapamiento, las dos antenas 34, 38 del lector están montadas de forma fijable de tal manera que una de las antenas 34 ó 38 del lector se podría acercar hasta entrar en contacto con la otra antena 38 ó 34 del lector en algún punto de rotación si la antena 34 ó 38 del lector fuera a girarse desde su posición fija con respecto a su centro de masas. La disposición con solapamiento abarca además el caso en el que las antenas 34 y 38 del lector se podrían acercar hasta entrar en contacto entre sí algún punto de rotación si ambas antenas 34 y 38 del lector montadas de forma fijable se fueran a girar desde sus posiciones fijas respectivas con respecto a sus centros de masas respectivos. Se indica que la disposición con solapamiento no requiere que los conductores 42, 50 ó 44, 52 de entrada y/o salida del conjunto de antena girado entren en contacto con la otra antena 38 ó 34 del lector o con los conductores 44, 52 ó 42, 50 de entrada y/o salida del otro conjunto de antena.

Una de las disposiciones de antena alternativas es la denominada disposición con flujo magnético en oposición. Según la disposición con flujo magnético en oposición, las dos antenas 34, 38 del lector están montadas de forma fijable en una relación sin o con contacto entre sí, de tal manera que un flujo magnético significativo generado por una antena 34 ó 38 del lector pasa a través de la otra antena 38 ó 34 del lector en oposición (es decir, el flujo magnético tanto positivo como negativo de una antena 34 ó 38 del lector pasa a través de la otra antena 38 ó 34 del lector). El flujo magnético positivo se define en este caso como flujo magnético que induce un voltaje positivo a través de una bobina de antena. El flujo magnético negativo se define, a la inversa, en este caso, como flujo magnético que induce un voltaje negativo a través de una bobina de antena. Se indica que la disposición con flujo magnético en oposición no requiere que los flujos magnéticos positivo y negativo sean de la misma magnitud. Se indica además que una disposición de antena puede satisfacer simultáneamente la definición tanto de la disposición con solapamiento como de la disposición con flujo magnético en oposición.

Haciendo referencia a las Figuras 3A y 3B, las antenas 34, 38 del lector se muestran en la disposición de flujo magnético en oposición. Las antenas 34, 38 del lector tienen una orientación paralela fija sin contacto y la antena 34 de baja frecuencia del lector tiene un área mayor que la antena 38 de alta frecuencia del lector. Las antenas 34, 38 del lector están dispuestas una con respecto a otra de tal manera que el área de la antena 38 de alta frecuencia del lector cabe completamente dentro del área de la antena 34 de baja frecuencia del lector. El flujo magnético generado por la antena 38 de alta frecuencia del lector en la dirección negativa (es decir, el flujo magnético que emana del exterior de la antena 38 de alta frecuencia del lector) pasa a través de la antena 34 de baja frecuencia del lector, y el flujo magnético generado por la antena 38 de alta frecuencia del lector en la dirección positiva (es decir, el flujo magnético que emana del interior de la antena 38 de alta frecuencia del lector) también pasa a través de la antena 34 de baja frecuencia del lector. Como consecuencia, los flujos magnéticos positivo y negativo generados por la antena 38 de alta frecuencia del lector, que pasan a través de la antena 34 de baja frecuencia del lector, se anulan, sumando esencialmente cero. De

este modo, no existe esencialmente ningún efecto de autorresonancia sobre la antena 34 de baja frecuencia del lector debido al flujo magnético de la antena 38 de alta frecuencia del lector.

Se indica, en el caso de las Figuras 3A y 3B, que no se cumple lo contrario. Únicamente el flujo magnético generado por la antena 34 de baja frecuencia del lector en la dirección positiva (es decir, el flujo magnético que emana del interior de la antena 34 de baja frecuencia del lector) pasa a través de la antena 38 de alta frecuencia del lector. Como consecuencia, los flujos magnéticos positivo y negativo generados por la antena 34 de baja frecuencia del lector, que pasan a través de la antena 38 de alta frecuencia del lector, no se anulan sumando cero. De este modo, sobre la antena 38 de alta frecuencia del lector existe un efecto de autorresonancia debido al flujo magnético de la antena 34 de baja frecuencia del lector.

Haciendo referencia a las Figuras 4A y 4B, las antenas 34, 38 del lector se muestran en la disposición de solapamiento. Las antenas 34, 38 del lector tienen una orientación paralela fija sin contacto y cada una de ellas tiene esencialmente la misma área. Las antenas 34, 38 del lector están dispuestas una con respecto a otra de tal manera que el área de la antena 34 de baja frecuencia del lector se superpone de forma esencialmente idéntica con el área de la antena 38 de alta frecuencia del lector. Como consecuencia, la antena 34 de baja frecuencia del lector podría entrar en contacto con la antena 38 de alta frecuencia del lector si la antena 34 de baja frecuencia del lector se fuera a girar con respecto a su centro de masas. De forma similar, la antena 38 de alta frecuencia del lector podría entrar en contacto con la antena 34 de baja frecuencia del lector si la antena 38 de alta frecuencia del lector se fuera a girar con respecto a su centro de masas.

Únicamente el flujo magnético generado por la antena 34 de baja frecuencia del lector en la dirección positiva pasa a través de la antena 38 de alta frecuencia del lector y de forma similar únicamente el flujo generado por la antena 38 de alta frecuencia del lector en la dirección positiva pasa a través de la antena 34 de baja frecuencia del lector. Como consecuencia, ni los flujos magnéticos generados por la antena 34 de baja frecuencia del lector, que pasan a través de la antena 38 de alta frecuencia del lector, ni los flujos magnéticos generados por la antena 38 de alta frecuencia del lector, que pasan a través de la antena 34 de baja frecuencia del lector, se anulan. De este modo, sobre la antena 34 de baja frecuencia del lector existe un efecto de autorresonancia debido al flujo magnético de la antena 38 de alta frecuencia del lector al mismo tiempo que sobre la antena 38 de alta frecuencia del lector existe un efecto de autorresonancia debido al flujo magnético de la antena 34 de baja frecuencia del lector.

Las disposiciones de antena mostradas en las Figuras 3A y 3B y las Figuras 4A y 4B, respectivamente, permiten ambas un posicionamiento en aproximación de las antenas 34, 38 del lector y permiten de forma correspondiente un receptáculo compacto del lector. No obstante, tal como se indica, ninguna de las disposiciones es óptima debido a que ninguna de ellas evita completamente pérdidas de energía en las antenas del lector debido a la autorresonancia.

Haciendo referencia a las Figuras 5A y 5B, se muestran nuevamente las antenas 34, 38 del lector en la disposición con solapamiento. Las antenas 34, 38 del lector tienen una orientación perpendicular fija sin contacto y cada una de ellas tiene esencialmente la misma área. Las antenas 34, 38 del lector están montadas lado con lado, aunque en ángulo recto una con respecto a otra. Esta disposición no da como resultado esencialmente ningún efecto de resonancia de autorresonancia significativo sobre la antena 38 de alta frecuencia del lector debido al flujo magnético de la antena 34 de baja frecuencia del lector, y, de forma similar, esencialmente ningún efecto de autorresonancia significativo sobre la antena 34 de baja frecuencia del lector debido al flujo magnético de la antena 38 de alta frecuencia del lector. Como tal, el efecto de autorresonancia tiene poco impacto perjudicial sobre el alcance de las comunicaciones o bien de la antena 34 de baja frecuencia del lector o bien de la antena 38 de alta frecuencia del lector, y de forma correspondiente tiene poco impacto perjudicial sobre el rendimiento del lector RFID. Sin embargo, tal como en la disposición de las Figuras 2A y 2B, los requisitos espaciales de la presente disposición requieren desafortunadamente un receptáculo del lector relativamente grande. Adicionalmente, se requiere, de forma no deseable, que el usuario posicione manualmente el transpondedor RFID más cerca de la antena 34 ó 38 del lector que sea compatible con ese transpondedor RFID en particular para optimizar la comunicación entre el lector RFID y el transpondedor RFID.

Haciendo referencia a las Figuras 6A y 6B, las antenas 34, 38 del lector se muestran en las disposiciones simultáneas de solapamiento y flujo magnético en oposición. Las antenas 34, 38 del lector tienen una orientación paralela fija sin contacto y cada una de ellas tiene esencialmente la misma área total. Las antenas 34, 38 del lector están dispuestas una con respecto a otra de tal manera que esencialmente la mitad del área total de la antena 34 de baja frecuencia del lector se superpone con esencialmente la mitad del área total de la antena 38 de alta frecuencia del lector. Como consecuencia, la antena 34 de baja frecuencia del lector podría entrar en contacto con la antena 38 de alta frecuencia del lector si la antena 34 de baja frecuencia del lector se fuera a girar con respecto a su centro de masas. De forma similar, la antena 38 de alta frecuencia del lector podría entrar en contacto con la antena 34 de baja frecuencia del lector si la antena 38 de alta frecuencia del lector se fuera a girar con respecto a su centro de masas.

La misma magnitud de flujo magnético generado por la antena 34 de baja frecuencia del lector en las direcciones positivas y negativa pasa a través de la antena 38 de alta frecuencia del lector y de modo similar la misma magnitud de flujo magnético generado por la antena 38 de alta frecuencia del lector en las direcciones positiva y negativa pasa a través de la antena 34 de baja frecuencia del lector. Como consecuencia, los flujos magnéticos generados por la antena 34 de baja frecuencia del lector, que pasan a través de la antena 38 de alta frecuencia del lector, y los flujos magnéticos generados por la antena 38 de alta frecuencia del lector, que pasan a través de la antena 34 de baja frecuencia del lector,

se anulan esencialmente en su totalidad. De este modo, no existe esencialmente ningún efecto de autorresonancia sobre la antena 34 de baja frecuencia del lector debido al flujo magnético de la antena 38 de alta frecuencia del lector, ni existe esencialmente ningún efecto de autorresonancia sobre la antena 38 de alta frecuencia del lector debido al flujo magnético de la antena 34 de baja frecuencia del lector. Como tal, el efecto de autorresonancia tiene poco impacto perjudicial sobre el alcance de las comunicaciones o bien de la antena 34 de baja frecuencia del lector o bien de la antena 38 de alta frecuencia del lector, y de forma correspondiente tiene poco impacto perjudicial sobre el rendimiento del lector RFID.

Los requisitos espaciales de la presente disposición de las Figuras 6A y 6B son relativamente pequeños, permitiendo de este modo un receptáculo del lector relativamente compacto. Adicionalmente, las áreas de las antenas 34, 38 del lector se seleccionan de tal manera que el área de las antenas 34, 38 del lector en solapamiento combinadas es comparable al área de la tarjeta 23a (o alternativamente la tarjeta 23b no mostrada) en la que está incorporado el transpondedor RFID. Por consiguiente, el área del receptáculo del lector que contiene las antenas 34, 38 del lector es también comparable con el área de la tarjeta 23a. Por lo tanto, el usuario únicamente necesita realizar la relativamente sencilla tarea de posicionar manualmente la tarjeta 23a sobre el receptáculo del lector para superponer el transpondedor RFID con ambas antenas 34, 38 del lector simultáneamente y optimizar la comunicación entre el lector RFID y el transpondedor RFID.

La disposición simultánea con solapamiento y con flujo magnético en oposición de las antenas 34, 38 del lector, mostrada en las Figuras 6A y 6B, es un caso específico de una caracterización más generalizada de la disposición simultánea con solapamiento y con flujo magnético en oposición de las antenas 34, 38 del lector dentro del alcance de la presente invención, en el que la antena 34 de baja frecuencia del lector tiene un área de solapamiento que es sustancialmente menor que el área total de la antena 34 de baja frecuencia del lector, y la antena 38 de alta frecuencia del lector tiene un área de solapamiento que es sustancialmente menor que el área total de la antena 38 de alta frecuencia del lector. En otras palabras, la antena 34 de baja frecuencia del lector y la antena 38 de alta frecuencia del lector están dispuestas una con respecto a otra de tal manera que solamente una parte de área total de la antena 34 de baja frecuencia del lector se superpone con solamente una parte del área total de la antena 38 de alta frecuencia del lector.

La caracterización generalizada antes citada de la disposición simultánea con solapamiento y con flujo magnético en oposición de las antenas 34, 38 del lector abarca disposiciones de antena específicas, alternativas adicionales, las cuales se encuentran dentro del alcance de la presente invención, pero que no se muestran en los dibujos. Por ejemplo, la caracterización generalizada antes citada abarca una disposición de antena específica alternativa, en la que cada antena 34, 38 del lector tiene un área de solapamiento que es sustancialmente menor que su área total respectiva, y el área total de cada antena 34, 38 del lector es sustancialmente diferente a la otra. La caracterización generalizada antes citada abarca además una disposición de antena específica alternativa en la que cada antena 34, 38 del lector tiene un área de solapamiento que es sustancialmente menor que su área total respectiva, y el área de solapamiento de cada antena 34, 38 del lector es sustancialmente diferente a la otra.

Las disposiciones de antena específicas alternativas antes descritas puede que no sean tan eficaces como la disposición de antena específica de las Figuras 6A y 6B en la eliminación del efecto de autorresonancia sobre la antena 34 de baja frecuencia del lector debido al flujo magnético de la antena 38 de alta frecuencia del lector y/o la eliminación del efecto de autorresonancia sobre la antena 38 de alta frecuencia del lector debido al flujo magnético de la antena 34 de baja frecuencia del lector. Sin embargo, las disposiciones de antena específicas alternativas pueden proporcionar un lector RFID ampliamente compatible que presente un grado aceptable de compacidad y características de rendimiento satisfactorias.

Aunque se han descrito y mostrado las anteriores formas de realización preferidas de la invención, se entiende que sobre las mismas se pueden aplicar alternativas y modificaciones, tales como las sugeridas y otras, y éstas se incluyen dentro del alcance de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Agrupación de antenas para un lector RFID (14), que comprende:

5 una primera antena (34) de cuadro de lector sintonizada para funcionar a una primera frecuencia;

10 y una segunda antena (38) de cuadro de lector sintonizada para funcionar a una segunda frecuencia diferente de la primera frecuencia, en las que dicha primera antena (34) tiene una primera área, dicha segunda antena (38) tiene una segunda área, y dichas primera y segunda antenas (34, 38) están dispuestas en una disposición de solapamiento mutuo de tal manera que por lo menos una parte de dicha primera área se superpone con por lo menos una parte de dicha segunda área, con lo cual dicha parte de dicha primera área total es sustancialmente menor que dicha primera área total o dicha parte de dicha segunda área total es sustancialmente menor que dicha segunda área total.

15 2. Agrupación de antenas según la reivindicación 1, en la que dicha primera frecuencia es nominalmente 125 kHz.

3. Agrupación de antenas según la reivindicación 1, en la que dicha segunda frecuencia es 13,56 MHz.

20 4. Agrupación de antenas según la reivindicación 1, 2 ó 3, que comprende además un receptáculo (54) de lector que contiene dicha primera y segunda antenas (34, 38).

25 5. Agrupación de antenas según la reivindicación 1, en la que dicha primera antena (34) del lector tiene una primera área total, dicha segunda antena (38) del lector tiene una segunda área total esencialmente igual a dicha primera área total, y dichas primera y segunda antenas (34, 38) del lector tienen una orientación paralela y están dispuestas una con respecto a otra de tal manera que esencialmente la mitad de dicha primera área total se superpone con esencialmente la mitad de dicha segunda área total.

6. Agrupación de antenas según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dichas primera y segunda antenas (34, 38) están dispuestas en una disposición de flujo magnético en oposición.

30 7. Lector RFID que incorpora la agrupación de antenas según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

8. Lector RFID según la reivindicación 7, en el que un generador (24) de señales está acoplado a dichas primera y segunda antenas (34, 38) del lector.

35 9. Lector RFID según la reivindicación 7 u 8, en el que dicho generador (24) de señales es un generador de señales integrado que incluye medios integrales para generar señales para su transmisión desde dichas primera y segunda antenas (34, 38) del lector.

40 10. Lector RFID según la reivindicación 7, 8 ó 9, en el que dicho generador de señales incluye un primer generador de señales discreto acoplado a dicha primera antena del lector para generar señales para su transmisión desde dicha primera antena del lector y un segundo generador de señales discreto acoplado a dicha segunda antena del lector, independiente con respecto a dicho primer generador de señales discreto, para generar señales para su transmisión desde dicha segunda antena del lector.

45 11. Lector RFID según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, en el que un conjunto electrónico (26) de receptor está acoplado a dichas primera y segunda antenas del lector.

50 12. Lector RFID según la reivindicación 11, en el que dicho conjunto electrónico (26) de receptor es un conjunto electrónico de receptor integrado que incluye medios integrales para acondicionar señales recibidas por dichas primera y segunda antenas (34, 38) del lector.

55 13. Lector RFID según la reivindicación 11 ó 12, en el que dicho conjunto electrónico de receptor incluye un primer conjunto electrónico de receptor discreto acoplado a dicha primera antena del lector para acondicionar señales recibidas por dicha primera antena del lector y un segundo conjunto electrónico de receptor discreto acoplado a dicha segunda antena del lector, independiente con respecto a dicho primer conjunto electrónico de receptor discreto, para acondicionar señales recibidas por dicha segunda antena del lector.

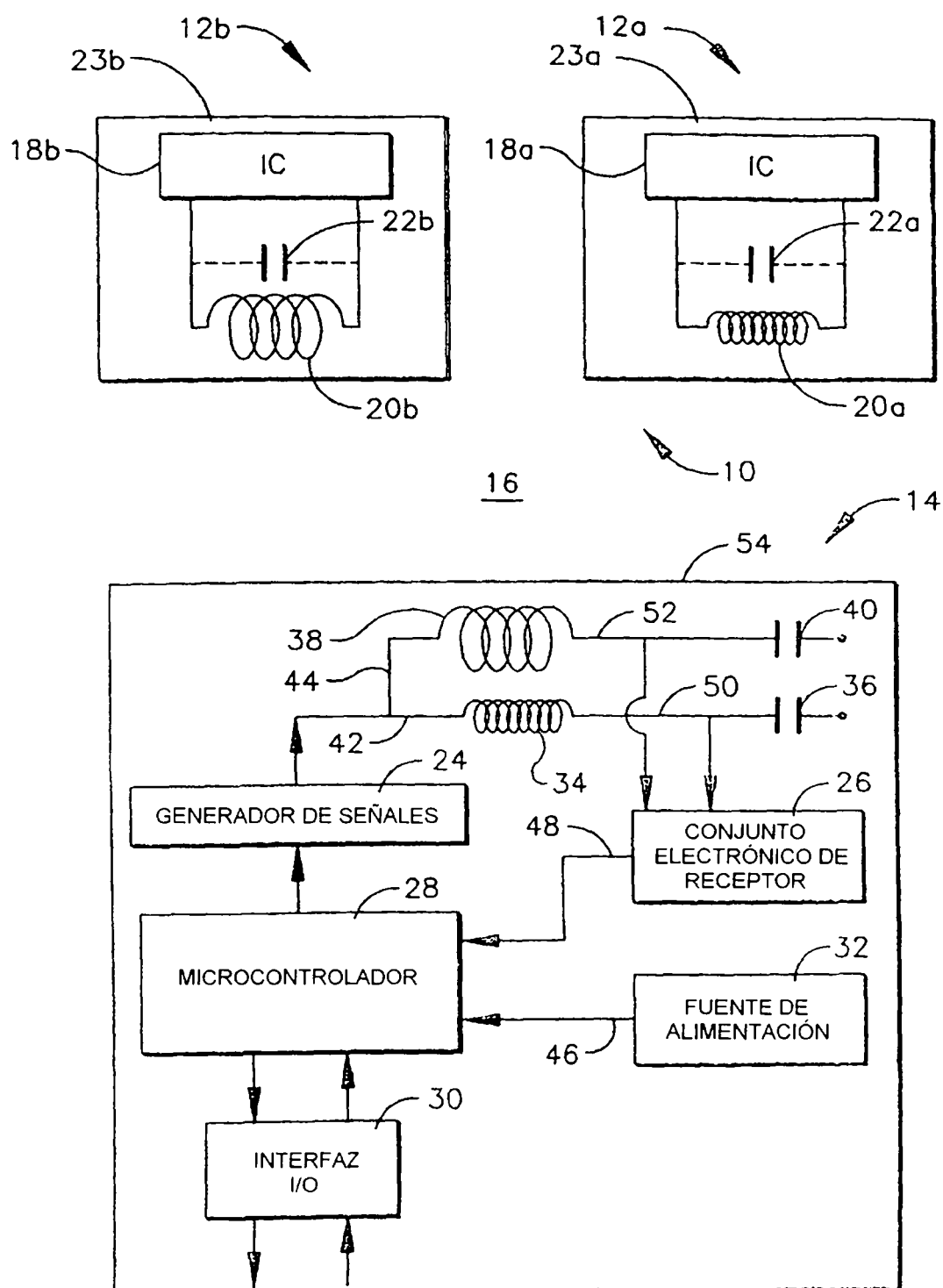


Fig. 1

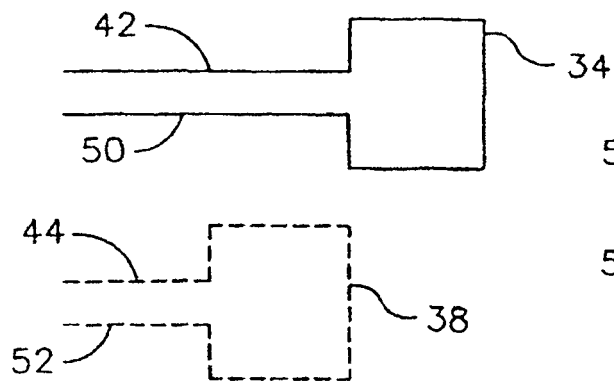


Fig. 2A

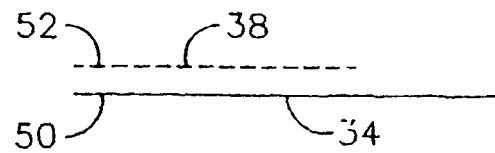


Fig. 2B

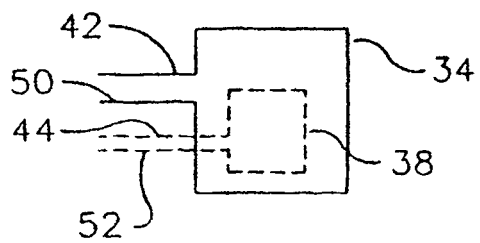


Fig. 3A

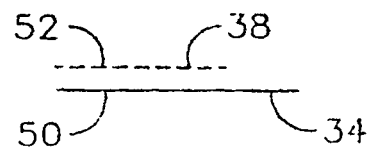


Fig. 3B

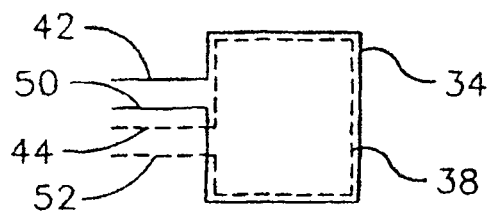


Fig. 4A

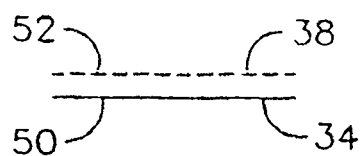


Fig. 4B

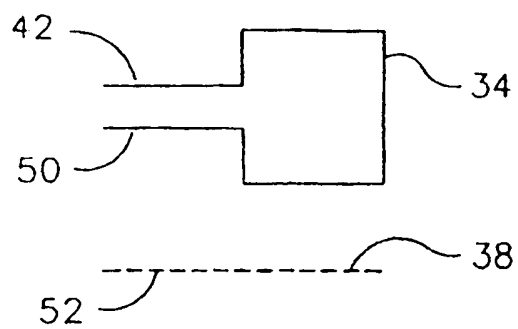


Fig. 5A

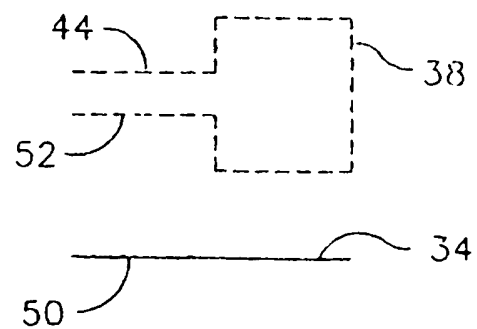


Fig. 5B

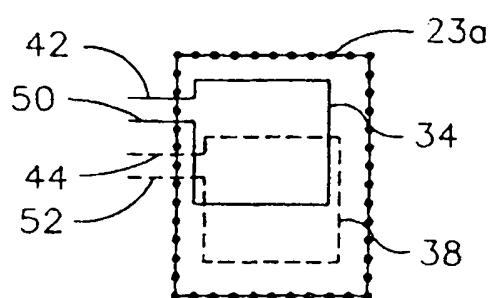


Fig. 6A

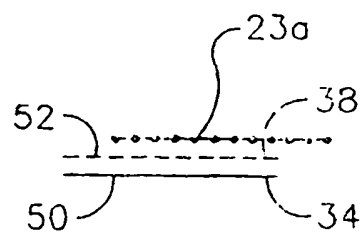


Fig. 6B