



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 345 727**

51 Int. Cl.:
G01R 29/08 (2006.01)
G06K 19/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06836842 .2**
96 Fecha de presentación : **02.11.2006**
97 Número de publicación de la solicitud: **1989559**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **12.11.2008**

54 Título: **Procedimiento de determinación del rendimiento de dispositivos RFID.**

30 Prioridad: **22.02.2006 US 359669**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
30.09.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
30.09.2010

73 Titular/es: **AVERY DENNISON CORPORATION**
150 North Orange Grove Boulevard
Pasadena, California 91103, US

72 Inventor/es: **Forster, Ian J. y**
Weakley, T. Craig

74 Agente: **Pons Ariño, Ángel**

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

Procedimiento de determinación del rendimiento de dispositivos RFID.

5 Antecedentes de la invención

Campo técnico de la invención

Esta invención se refiere al campo de dispositivos de identificación por radiofrecuencia (RFID), y específicamente a procedimientos para determinar o predecir el rendimiento de dichos dispositivos RFID.

Descripción de la técnica relacionada

Las marcas y etiquetas de identificación por radiofrecuencia (RFID) (denominadas colectivamente en la presente memoria descriptiva como “dispositivos”) se usan ampliamente para asociar un objeto con un código de identificación. Los dispositivos RFID tienen generalmente una combinación de antenas y componentes electrónicos analógicos y/o digitales, que pueden incluir por ejemplo componentes electrónicos de comunicaciones, memoria de datos y lógica de control. Por ejemplo, las marcas RFID se usan en conjunción con cierres de seguridad en coches, para control de acceso a edificios y para seguimiento de inventario y paquetería. Aparecen algunos ejemplos de marcas y etiquetas RFID en las patentes de EE.UU. nº 6.107.920, 6.206.292 y 6.262.692.

Como se observa anteriormente, los dispositivos RFID se clasifican generalmente como etiquetas o marcas. Las etiquetas RFID son dispositivos RFID que se unen adhesivamente o por otros medios que tienen una superficie unida directamente a los objetos. En cambio, las marcas RFID se aseguran a los objetos por otros medios, como por ejemplo usando un fiador de plástico, una cuerda u otro medio de sujeción.

Los dispositivos RFID incluyen marcas y etiquetas activas, que incluyen una fuente de alimentación, y marcas y etiquetas pasivas, que no la incluyen. En el caso de marcas pasivas, para recuperar la información del chip, una “estación de base” o “lector” envía una señal de excitación a la marca o etiqueta RFID. La señal de excitación alimenta la marca o etiqueta, y los circuitos RFID transmiten la información almacenada de nuevo al lector. El “lector” recibe y decodifica la información de la marca RFID. En general, las marcas RFID pueden conservar y transmitir información suficiente para identificar de forma única a personas, paquetes, inventario y similares. Las marcas y etiquetas RFID también pueden caracterizarse como aquéllas en las que la información se escribe una sola vez (aunque la información puede leerse repetidamente), y aquéllas en las que la información puede escribirse durante el uso. Por ejemplo, las marcas RFID pueden almacenar datos del entorno (que pueden ser detectados por un sensor asociado), historias logísticas, datos de estado, etc.

A menudo es deseable probar el rendimiento de los dispositivos RFID para asegurar niveles aceptables de rendimiento. Dichas pruebas se han realizado a menudo en condiciones simuladas controladas. Por ejemplo, las marcas pueden someterse a prueba individualmente a una distancia similar a la esperada en el uso real de la marca, con el fin de determinar si la marca u otro dispositivo funciona aceptablemente.

Existen varios problemas potenciales con esta clase de pruebas. En primer lugar, dicha prueba requiere un espacio relativamente grande. En segundo lugar, el procedimiento no admite un entorno de fabricación de alto volumen. En tercer lugar, los resultados de dicha prueba pueden verse afectados por una diversidad de factores, como cambios en el entorno alrededor del dispositivo RFID sometido a prueba. Esto puede producir la necesidad de un control cuidadoso del entorno en el que se realiza la prueba, por ejemplo manteniendo la posición de cualquier elemento eléctricamente conductor en la proximidad de la prueba. Con el fin de mantener la repetibilidad de la prueba, puede ser deseable usar cámaras de prueba que aislen el dispositivo sometido a prueba del entorno circundante. Se observará que en algunas circunstancias puede ser necesario aislar dispositivos individualmente durante la realización de la prueba, con el fin de evitar que la respuesta de un dispositivo RFID interfiera con la respuesta de otros dispositivos cercanos. Así, se comprenderá que la realización de dicha prueba en dispositivos con una separación estrecha, como los dispositivos de una lámina o un rollo, puede ser poco práctica y/o costosa.

A partir de lo anterior, se comprenderá que serían deseables mejoras en la prueba de dispositivos RFID.

El documento US-6.487.681-B1 desvela un dispositivo para transceptores de prueba. Los transceptores se encapsulan mediante laminación para formar una lámina de transceptores independientes. Los transceptores son sometidos a prueba en un artículo de dos piezas que forma un recinto que rodea a cada uno de los transceptores de la lámina. Cada recinto tiene una antena para emitir una señal de mando al transceptor en un nivel de potencia conocido y para recibir un mensaje de respuesta del transceptor.

Así, según un aspecto, un problema de la invención es mejorar la prueba de dispositivos RFID.

Este problema se resuelve mediante un procedimiento de determinación del rendimiento de campo lejano de un dispositivo RFID y además mediante un dispositivo RFID que tiene las características desveladas en las reivindicaciones independientes. En las reivindicaciones dependientes se definen formas de realización preferidas.

Resumen de la invención

Según un aspecto de la invención, un procedimiento de predicción o determinación del rendimiento de un dispositivo RFID incluye la predicción o determinación del rendimiento de campo lejano basándose en los resultados de pruebas o medidas de campo cercano.

El procedimiento de determinación del rendimiento de campo lejano de un dispositivo RFID incluye la medida del rendimiento de campo cercano, y la conversión matemática de una o más de las medidas de rendimiento de campo cercano en una predicción de rendimiento de campo lejano.

El procedimiento de determinación o predicción del rendimiento de un dispositivo RFID puede incluir el uso de resultados de prueba de campo cercano para predecir el rendimiento de campo lejano de uno o más de los siguientes parámetros: alcance, margen, sensibilidad, rendimiento de frecuencia, sensibilidad de lectura, sensibilidad de escritura, frecuencia operativa máxima y sensibilidad media sobre una banda de frecuencia dada.

Según la invención, un procedimiento de determinación del rendimiento de campo lejano de un dispositivo RFID incluye las etapas de: realización de pruebas de campo cercano en el dispositivo RFID; y determinación del rendimiento de campo lejano del dispositivo RFID a partir de los resultados de prueba de las pruebas de campo cercano.

Según otro aspecto más, un dispositivo RFID dispositivo de prueba comprende:

un bloque de material dieléctrico;

un acoplador de campo cercano dentro del bloque de material dieléctrico; y

un lector acoplado eléctricamente al acoplador de campo cercano; en el que

el acoplador de campo cercano está situado a una distancia específica de una superficie del dispositivo de prueba sobre el que se colocará un dispositivo RFID.

La superficie del dispositivo de prueba puede ser una superficie flexible de un material de superficie unido al bloque dieléctrico.

Para la realización de los fines anteriores y relacionados, la invención comprende las características señaladas en las reivindicaciones. La siguiente descripción y los dibujos anexos exponen en detalle ciertas formas de realización ilustrativas de la invención. Estas formas de realización son indicativas, sin embargo, de sólo algunas de las diversas formas en que pueden emplearse los principios de la invención.

Breve descripción de los dibujos

En los dibujos anexos, que no están necesariamente a escala:

La Figura 1 es un organigrama de alto nivel de un procedimiento de acuerdo con la presente invención;

La Figura 2 es un diagrama parcialmente esquemático de un dispositivo de prueba de campo cercano usado en el procedimiento de la Figura 1; y

La Figura 3 es una representación funcional del dispositivo de prueba de campo cercano de la Figura 2.

Descripción detallada

Un procedimiento de determinación del rendimiento de campo lejano de un dispositivo RFID, por ejemplo en o sobre una marca, etiqueta, paquete, película, cartón, envoltura o cualquier parte de los anteriores, incluye la realización de pruebas o medidas de campo cercano del dispositivo RFID, y la determinación o predicción del rendimiento de campo lejano basándose en los resultados de las pruebas o medidas de campo cercano. La determinación o predicción del rendimiento de campo lejano puede implicar el cálculo de una medida del rendimiento de campo lejano basada en resultados o medidas de campo cercano. Alternativamente, puede obtenerse una predicción del rendimiento de campo lejano de otras fuentes, como una tabla de búsqueda basada en correlaciones anteriores entre resultados de prueba o medidas de campo cercano y resultados de campo lejano. El rendimiento de campo lejano predicho puede incluir cualquiera de una diversidad de factores de rendimiento, que incluyen alcance, sensibilidad, rendimiento de frecuencia, sensibilidad de lectura, sensibilidad de escritura, frecuencia operativa máxima y/o sensibilidad media sobre una banda de frecuencia dada. El uso de resultados de pruebas de campo cercano para predecir el rendimiento de campo lejano puede permitir el uso de instalaciones de prueba compactas, prueba *in situ* de dispositivos RFID, y/o pruebas más rápidas y/o menos costosas de dispositivos RFID.

Antes de proceder a una descripción del procedimiento, se proporcionan algunas definiciones pertinentes de términos y frases usados en la presente memoria descriptiva. Un “chip transpondedor” o “chip” se define como un

dispositivo para proporcionar interacción adecuada, a través de una antena, para comunicación con un dispositivo externo, como un lector. Un chip puede incluir cualquiera de una diversidad de componentes eléctricos adecuados, como resistores, capacitores, inductores, baterías, dispositivos de memoria y procesadores. Se comprenderá que se conoce ampliamente una gran variedad de chips transpondedores para dispositivos RFID. El término “chip transpondedor” pretende comprender la amplia gama de estos dispositivos, que pueden variar ampliamente en complejidad y funcionalidad.

El término “dispositivo RFID” según se usa en la presente memoria descriptiva, se define ampliamente para incluir dispositivos con un chip acoplado a una antena para comunicación con un dispositivo externo. Un dispositivo RFID puede incluirse en o sobre una marca, etiqueta, paquete, película, cartón, envoltura o una parte de cualquiera de los anteriores. En un dispositivo RFID el chip puede acoplarse a la antena por cualquiera de una diversidad de medios. Por ejemplo, puede existir una conexión eléctrica directa entre la antena y los contactos en el chip. Alternativamente, el chip puede ser parte de una cinta o brida que a su vez está acoplada operativamente con la antena. El chip puede acoplarse a la antena por conexión eléctrica óhmica directa. Alternativamente, o además, pueden usarse acoplamientos eléctricos indirectos, como acoplamientos capacitivos y/o magnéticos, para acoplar operativamente el chip a la antena.

El dispositivo RFID puede incluir otras capas y/o estructuras además del chip y la antena. Los ejemplos de dichas capas adicionales incluyen un sustrato, como un sustrato de papel o material polimérico, como apoyo para el chip y/o la antena; capas protectoras; capas adhesivas; y capas portadoras de información como, por ejemplo, placas impresas que tengan texto y/o gráficos.

Principalmente, la antena de un dispositivo RFID se usa para acoplamiento de RF de campo lejano de largo alcance a dispositivos externos, como lectores adecuados. El campo lejano, según se usa en la presente memoria descriptiva, se refiere a una distancia mayor que en el orden de 15 mm desde un dispositivo emisor de energía RF, como un dispositivo que emite energía RF de UHF. El acoplamiento de un dispositivo RFID en el campo lejano también puede referirse como “acoplamiento de largo alcance”. El campo cercano, en el que puede ocurrir un acoplamiento de corto alcance, se define como dentro del orden de 15 mm desde un dispositivo emisor de energía RF. Una frontera más precisa del espacio entre el campo cercano y el campo lejano para dipolos eléctricamente pequeños, denominado campo reactivo, puede ser $\lambda/2\pi$, en el que λ es la longitud de onda de la energía RF del acoplamiento RF. Dicha definición puede encontrarse en IEEE Standard Test Procedures for Antennas, IEEE Std 149-1979, Apéndice A, pág. 139. Para energía RF de 915 MHz, la frontera entre el campo cercano y el campo lejano sería de aproximadamente 52 mm desde el dispositivo, usando esta definición.

La frontera entre el campo cercano y el campo lejano puede definirse también en términos de la mayor dimensión de una apertura de recepción del dispositivo RFID, y la longitud de onda de la señal RF. La frontera puede definirse mediante la ecuación $r = 2D^2/\lambda$, en la que r es la distancia mínima en la que domina el campo lejano (la frontera entre el campo cercano y el campo lejano), D es la mayor dimensión de una apertura de recepción del dispositivo RFID, y λ es la longitud de onda de la señal RF. En términos menos específicos, el campo cercano puede definirse como una región espacial entre una fuente de emisión y la apertura de recepción en la que la onda emitida no ha tenido suficiente tiempo (o distancia) para que la amplitud decaiga a $1/r^2$. El campo cercano está formado por regiones reactivas y radiativas. La región reactiva existe en el espacio que rodea inmediatamente a una apertura de emisión, como la apertura de un lector, un dispositivo de prueba u otro emisor. La región radiativa existe en el espacio más allá de la región reactiva. La amplitud de la señal emitida en la región radiativa decae de forma $1/r$, en la que r es la distancia entre la fuente de emisión y el dispositivo RFID de recepción. En el campo lejano, la amplitud de la señal emitida decae generalmente como $1/r^2$.

Un “dispositivo de prueba de campo cercano” se define en la presente memoria descriptiva como un dispositivo de prueba para comunicarse con un dispositivo RFID dentro del campo cercano. El dispositivo de prueba puede incluir un lector acoplado operativamente con el acoplador. El acoplador, que puede incluir una antena y/o una apertura, se usa para enviar y/o emitir señales entre el dispositivo de prueba y un dispositivo RFID. Se usa un lector para interpretar señales de retorno recibidas por el acoplador, y puede usarse para controlar las señales enviadas por medio del acoplador.

Un “acoplador no radiante de campo cercano” se define como un acoplador que tiene ciertas características que lo hacen adecuado para la realización de pruebas o medidas de campo cercano según se describe posteriormente. Dichas características incluyen una o más de las siguientes características: una configuración que reduce al mínimo el acoplamiento cruzado con dispositivos RFID adyacentes; el suministro de una buena correspondencia de RF con la carga del dispositivo RFID en una banda de frecuencias de interés; la capacidad de activar el dispositivo RFID con dos trayectorias de señal, una en fase (0°) y la otra en antifase (180°) sobre el intervalo de frecuencias de interés; la capacidad de presentar una buena correspondencia con el lector cuando los dispositivos RFID están a la vista y fuera de visión sobre la banda de frecuencias de interés; y de tener un circuito de alimentación usando técnicas de diseño de circuito de tipo TEM (topología de microcinta de destello de línea de cinta) para evitar radiación no utilizada de los componentes del circuito y/o las uniones de conexión, que en caso contrario pueden causar problemas de acoplamiento cruzado con dispositivos RFID adyacentes.

En referencia ahora a la Figura 1, un procedimiento 10 de determinación o predicción del rendimiento de campo lejano de un dispositivo RFID incluye la realización de pruebas o medidas de campo cercano de corto alcance del dispositivo, en la etapa 12. Usando los datos obtenidos de las pruebas o medidas de campo cercano, en la etapa 14 se

determina o predice el rendimiento de campo lejano de largo alcance. El procedimiento 10 comprende ampliamente el concepto central del uso de datos de operaciones de campo cercano para predecir o determinar el rendimiento de campo lejano de un dispositivo RFID. Los datos recabados en las pruebas o medidas de campo cercano pueden ser cualesquiera de una amplia variedad de datos de rendimiento, como, pero sin limitarse a, sensibilidad del dispositivo (el nivel mínimo de potencia incidente al que el dispositivo RFID empieza a responder a señales externas), margen, frecuencia operativa máxima, frecuencia operativa en el peor de los casos, forma de respuesta de rendimiento de frecuencia, respuesta media sobre una banda de frecuencias seleccionada, sensibilidad de lectura del dispositivo RFID (sensibilidad para operaciones de lectura) o sensibilidad de escritura del dispositivo RFID (sensibilidad para operaciones de escritura). Los datos obtenidos en las pruebas de campo cercano pueden incluir cualquiera de una variedad de medidas analógicas adecuadas. El rendimiento del dispositivo de campo lejano determinado o predicho a partir de las pruebas recabadas de datos de campo cercano puede incluir cualquiera de una variedad de medidas de rendimiento adecuadas. Además de medidas de rendimiento de campo lejano que corresponden a los datos de campo cercano descritos anteriormente, el rendimiento de campo lejano predicho puede incluir caracterizaciones más abstractas de rendimiento de campo lejano, como si un dispositivo cumple un criterio o estándar predeterminado de rendimiento de campo lejano. Así, la determinación o predicción de rendimiento de campo lejano puede incluir una determinación simple de paso-fallo sobre si un dispositivo RFID cumple un criterio de rendimiento predeterminado. Debe observarse, sin embargo, que cualquier criterio de rendimiento simple se basa en un rendimiento de campo lejano del dispositivo RFID, y su satisfacción o ausencia de la misma se basa al menos en parte en los resultados de prueba de campo cercano.

El uso de resultados de pruebas o medidas de campo cercano para generar una predicción o determinación del rendimiento de campo lejano debe interpretarse en sentido extenso para incluir una gran variedad de formas adecuadas de predecir el rendimiento de campo lejano basadas al menos en parte en resultados de prueba de campo cercano. La determinación o predicción puede ser un procedimiento matemático sencillo que manipule matemáticamente de forma directa los resultados de prueba de campo cercano, como mediante el uso de una ecuación o fórmula, para proporcionar una indicación numérica de algún aspecto de rendimiento de campo lejano. Alternativamente, puede usarse una tabla o gráfica de búsqueda para proporcionar un rendimiento predicho del dispositivo de campo lejano basado en medidas de campo cercano. Como otra alternativa, pueden usarse los datos de una base de datos de dispositivos anteriores sometidos a prueba de campo cercano y campo lejano para proporcionar una predicción de rendimiento de campo lejano a partir de los resultados o medidas de prueba de campo cercano. Pueden realizarse interpolaciones y extrapolaciones apropiadas a partir de los resultados de prueba de dispositivos anteriores.

Además, pueden usarse procedimientos de ajuste de curvas para deducir algoritmos matemáticos predictivos a partir de conjuntos de datos de rendimiento de campo cercano y campo lejano. También pueden usarse procedimientos adecuados para interpolar o extrapolar el uso de dichos datos.

Como una alternativa adicional, se comprenderá que los resultados simples de paso-fallo para el rendimiento de campo lejano pueden determinarse basándose en umbrales o niveles de rendimiento adecuados en pruebas de campo cercano. También, se comprenderá que pueden usarse factores diferentes de los resultados de pruebas o medidas de campo cercano en la determinación del rendimiento de campo lejano. Por ejemplo, pueden usarse diferentes tipos de factores de compensación para compensar las diferencias en dispositivos y/o pruebas o configuraciones. Además, puede ser posible usar algunos datos de pruebas o medidas de campo lejano para determinar o predecir el rendimiento de campo lejano basándose en parte en resultados de pruebas o medidas de campo cercano. En general, la referencia en la presente memoria descriptiva a la determinación del rendimiento de campo lejano basada en datos o medidas de campo cercano se refiere ampliamente a situaciones en las que la predicción se basa al menos en parte en datos o medidas de campo cercano.

La Figura 2 muestra un dispositivo de prueba 20 que puede usarse para realizar pruebas de campo cercano de un dispositivo RFID 22. El dispositivo de prueba 20 incluye un cabezal de prueba 24 que se acopla a un lector 28 mediante un cable 30. El cabezal de prueba 24 incluye un acoplador de campo cercano 34. El acoplador de campo cercano 34 se coloca dentro de un bloque de material dieléctrico 36. El bloque de material dieléctrico 36 puede ser un bloque de material de baja constante dieléctrica, por ejemplo un bloque de un material polimérico adecuado, como poliestireno. El bloque 36 mantiene el acoplador de campo cercano 34 a una distancia adecuada especificada de una superficie flexible 40 sobre la cual se coloca el dispositivo RFID 22. El material de la superficie flexible 40 puede ser una espuma de polímero adecuada. El acoplador de campo cercano 34 está situado en una proximidad especificada a la superficie flexible 40. El acoplador de campo cercano 34 puede tener ventajosamente la característica de que induce corriente y tensión en todas las partes críticas de la estructura de la antena 42 del dispositivo RFID 22.

Una fuente de alimentación y un software dentro del lector 28 envían una señal adecuada a través del cable 30 al acoplador de campo cercano 34. La señal RF que emana del acoplador de campo cercano 34 interactúa con una antena 42 y un chip 44 del dispositivo RFID 22. Esta interacción provoca una respuesta activa o pasiva del dispositivo RFID 22. Esta respuesta es recibida por o afecta de algún otro modo al acoplador de campo cercano 34. Estos efectos pueden medirse mediante el software en el lector 28. Los resultados de la medida pueden visualizarse en una pantalla 46 que está acoplada con el lector 28. Alternativamente o además, se comprenderá que los resultados pueden almacenarse usando dispositivos adecuados de almacenamiento de datos, y/o se emitirán a otros procesadores. Como una alternativa adicional, se comprenderá que el software del lector 28 puede realizar por sí mismo la predicción o determinación del rendimiento de campo lejano del dispositivo RFID 22, basándose en las medidas realizadas.

ES 2 345 727 T3

Se comprenderá que las medidas realizadas por el dispositivo de prueba 20 pueden ser cualesquiera entre una gran variedad de medidas descritas anteriormente. La prueba puede implicar realizar múltiples tipos de medidas y/o realizar medidas en múltiples condiciones operativas, como en múltiples frecuencias.

Se comprenderá que pueden usarse otros componentes como parte del dispositivo de prueba de campo cercano 20. Por ejemplo, puede usarse una cámara de aislamiento para ayudar a aislar un dispositivo sometido a prueba de elementos externos, que en caso contrario podrían interferir con el rendimiento. Sin embargo, se comprenderá que las pruebas de campo cercano pueden ser mucho menos susceptibles a dicha interferencia que las pruebas convencionales de campo lejano.

La Figura 3 muestra un diagrama funcional del dispositivo de prueba 20. El diagrama funcional muestra el modo en que pueden transferirse diversas señales y datos entre el lector 28 y el cabezal de prueba 24, y pueden moverse dentro de diversos componentes internos de hardware y software del lector 28. La Figura 3 muestra también varios dispositivos externos que pueden acoplarse al lector 28, incluyendo un ordenador PC 50, una interfaz gráfica de usuario (IGU) 52 (que puede formar parte de la pantalla 46), y ordenadores auxiliares o de gestión 54, que pueden acoplarse al ordenador 50 en una red 58.

Lo que se describe a continuación es la deducción de una ecuación para determinar o predecir el rendimiento de la sensibilidad de campo lejano basándose en el rendimiento de la sensibilidad de campo cercano. Se comprenderá que se trata sólo de un ejemplo de las muchas clases de formas en que pueden usarse los datos de campo cercano para determinar o predecir el rendimiento del dispositivo de campo lejano.

El margen de campo cercano (el exceso de potencia en la sensibilidad del dispositivo RFID) puede representarse como:

$$M_{cc}(dB) = P_r - \sigma_1 - \sigma_2 - \rho_{cc} - S \quad (1)$$

En esta ecuación, M_{cc} es el margen de campo cercano; P_r es la potencia de salida del lector RFID (dBm) (valor típico: +30 dBm); σ_1 es el coeficiente de acoplamiento para la región de radiación del campo cercano (dB) = $10 * \log(1/r)$, en el que r es la distancia de espacio libre entre el dispositivo RFID y el acoplador; σ_2 es la eficacia de acoplamiento entre el acoplador y el dispositivo RFID (dB) = $10 * \log(A2/A1)$, en el que $A1$ es el área de acoplamiento del acoplador, y $A2$ es el área superpuesta del dispositivo RFID; ρ_{cc} = Pérdida por desadaptación del inserto RFID en el campo cercano (dB) = $10 * \log(1 - \rho_2)$, en el que ρ es el coeficiente de reflexión, con $\rho = (ROET - 1)/(ROET + 1) = 10^{(pérdida\ de\ retorno\ (dB)/20)}$, en el que ROET es la relación de onda estacionaria de tensión, la relación entre la tensión reflejada y la tensión de la fuente emitida; y S es la potencia RF mínima requerida para que funcione el CI.

El margen de campo lejano puede representarse como:

$$M_{cl}(dB) = P_t + G_{tx} - L_{alcance} - \rho_{cl} - S \quad (2)$$

En esta ecuación: M_{cl} es el margen de campo cercano; P_t es la potencia de salida del lector RFID (dBm); G_{tx} es la ganancia de la antena de emisión (dBi), la ganancia típica de la antena del lector típico de campo lejano RFID (valor típico +6,0 dBi); $L_{alcance}$ es la pérdida de espacio entre la antena de emisión y el inserto = $10 * \log[(4\pi r/\lambda)^2]$ (= 31,68 dB en un alcance de 1 m y frecuencia de 915 MHz); ρ_{cl} es la pérdida por desadaptación del inserto RFID en el campo lejano (dB) = $10 * \log(1 - \rho^2)$, en el que ρ es el mismo coeficiente de reflexión referido anteriormente; y S es la potencia RF mínima requerida para que el CI funcione en el campo cercano. Los coeficientes de reflexión ρ_{cc} y ρ_{cl} deben medirse/caracterizarse para el dispositivo RFID típico. Un dispositivo RFID típico tiene un coeficiente de reflexión ρ_{cl} en el campo lejano (espacio libre), pero en el campo cercano, el acoplador puede cargar el dispositivo RFID; cambiando su impedancia a ρ_{cc} . El coeficiente de reflexión también cambia en presencia de metales, líquidos y otros materiales dieléctricos.

Las ecuaciones (1) y (2) pueden combinarse del modo siguiente. Primero, pueden resolverse ambas ecuaciones en cuanto a sus sensibilidades respectivas:

$$S = P_t - \sigma_1 - \sigma_2 - \rho_{cc} - M_{cc} \quad (5)$$

$$S = P_t + G_{tx} - L_{alcance} - \rho_{cl} - M_{cl} \quad (6)$$

Sustituyendo,

$$P_t - \sigma_1 - \sigma_2 - \rho_{cc} - M_{cc} = P_t + G_{tx} - L_{alcance} - \rho_{cl} - M_{cl} \quad (7)$$

Despejando M_{cl} y eliminando los términos semejantes se obtiene la expresión,

$$M_{cl} = G_{tx} - L_{alcance} - \rho_{cl} + \sigma_1 + \sigma_2 + \rho_{cc} + M_{cc} \quad (8)$$

La ecuación (8) ofrece una expresión sencilla para predecir o determinar el margen de campo lejano a partir del margen de campo cercano.

Usando el procedimiento 10, pueden recabarse datos de la prueba de múltiples dispositivos RFID 22 usando las pruebas de campo cercano y de campo lejano. Estos datos pueden procesarse y usarse para crear una tabla o algoritmo para perfeccionar el rendimiento de un dispositivo RFID en una condición conocida con una precisión definida. Para dar un ejemplo sencillo, puede ser suficiente una prueba monofrecuencia en un dispositivo de prueba de campo cercano de un dispositivo RFID para predecir el rendimiento de campo lejano en una precisión especificada, como $\pm 0,5$ dB. En un ejemplo más complejo, pueden combinarse múltiples medidas a diferentes frecuencias en diferentes sistemas de prueba para permitir predicciones fiables no sólo del rendimiento de campo lejano en general, sino también del rendimiento de campo lejano cuando se fija a una gama de productos, algunos de los cuales pueden afectar a la frecuencia operativa del dispositivo y a la anchura de banda.

El procedimiento 10 puede implicar entonces el uso de un algoritmo o un conjunto de algoritmos, que se adaptan en su naturaleza con el fin de diferenciar el rendimiento de campo lejano de los dispositivos RFID, basándose en datos de prueba de campo cercano. El algoritmo o algoritmos pueden usarse para crear una tabla de índices que proporcione la toma de decisión sobre la utilidad de un dispositivo RFID para los requisitos de un usuario final. La tabla de índices puede tener alcances de utilidad asociados con ellos para diferentes categorías de uso y rendimiento de dispositivos de manera que un conjunto de entradas de rendimiento de lectura pueda proporcionar una base para aceptar el dispositivo en algunas aplicaciones y rechazar el dispositivo en otras. Por ejemplo, pueden emplearse diferentes estándares para dispositivos que se unirán a objetos eléctricamente conductores, como latas metálicas, frente a dispositivos unidos a objetos que no conducen la electricidad, como botellas de plástico. En sentido más extenso, el procedimiento 10 puede usarse para predecir el rendimiento de dispositivos RFID en diferentes entornos, como en proximidad de diferentes tipos de objetos, y/o en entornos con diferentes tipos de posibles señales RF en competencia. Se comprenderá que en un entorno operativo puede ser posible una amplia variedad de otras variantes.

Así, puede predecirse o determinarse una amplia variedad de características de rendimiento de campo lejano de respuesta de frecuencias a partir del rendimiento de campo cercano de frecuencia del dispositivo RFID. Por ejemplo, para diferentes tipos de entornos pueden ser adecuados diferentes dispositivos con la misma respuesta media en una cierta banda de frecuencias.

Aunque la invención se ha demostrado y descrito con respecto a cierta forma de realización o formas de realización preferidas, es evidente que a los expertos en la materia se les ocurrirán alteraciones y modificaciones equivalentes después de leer y comprender esta memoria descriptiva y los dibujos anexos. En particular en relación con las diversas funciones realizadas por los elementos descritos anteriormente (componentes, montajes, dispositivos, composiciones, etc.), los términos (incluyendo una referencia a un "medio") usados para describir dichos elementos pretender guardar una correspondencia, salvo que se indique lo contrario, con cualquier elemento que realice la función especificada del elemento descrito (es decir, que sea funcionalmente equivalente), aun cuando no estructuralmente equivalente a la estructura desvelada que realiza la función en la forma de realización o formas de realización ejemplares ilustradas en la presente memoria descriptiva de la invención. Además, aunque puede haberse descrito anteriormente una característica particular de la invención con respecto a la única o más de las varias formas de realización ilustradas, dicha característica puede combinarse con una o más características de las otras formas de realización, como puede ser deseado y ventajoso para cualquier aplicación dada o particular.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento (10) de determinación del rendimiento de campo lejano de un dispositivo RFID (22), comprendiendo el procedimiento:
realización (12) de una prueba de campo cercano en el dispositivo RFID (22);
determinación (14) del rendimiento de campo lejano del dispositivo RFID (22) a partir de los resultados de prueba de las pruebas de campo cercano; y
caracterizado porque la determinación (14) incluye
determinación un parámetro numérico de rendimiento de campo lejano y
uso de un algoritmo matemático para determinar el rendimiento de campo lejano; y
en el que el uso del algoritmo matemático incluye el cálculo del parámetro de rendimiento de campo lejano.
2. El procedimiento (10) según la reivindicación 1, en el que la realización de pruebas de campo cercano incluye:
colocación del dispositivo RFID (22) en proximidad a un acoplador de campo cercano (34) de un dispositivo de prueba de campo cercano (20); y
envío de señales desde el dispositivo de prueba (20) al dispositivo RFID (22), usando el acoplador de campo cercano (34), y un lector (28) del dispositivo de prueba (20).
3. El procedimiento (10) según la reivindicación 2, en el que el envío de señales incluye el envío señales en un intervalo de frecuencia.
4. El procedimiento (10) según la reivindicación 2 ó 3, en el que la realización de pruebas de campo cercano incluye además el dispositivo de prueba (20) que recibe señales del dispositivo RFID (22).
5. El procedimiento (10) según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, en el que el dispositivo de prueba (20) incluye un cabezal de prueba (24) que incluye el acoplador de campo cercano (34) y un bloque de material dieléctrico (36) en el que está situado el acoplador de campo cercano (34).
6. El procedimiento (10) según la reivindicación 5, en el que el cabezal de prueba (24) incluye también una superficie flexible (40) en el bloque de material dieléctrico (36); y en el que la prueba incluye la colocación del dispositivo RFID (22) en la superficie flexible (40).
7. El procedimiento (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el uso del algoritmo matemático incluye el uso de un gráfico o diagrama de búsqueda.
8. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que la determinación incluye la determinación de si el dispositivo RFID (22) satisface un umbral de rendimiento de campo lejano.
9. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la determinación incluye la determinación de uno o más entre sensibilidad, margen, frecuencia operativa máxima, forma de respuesta de rendimiento de frecuencia, respuesta media sobre una banda de frecuencias seleccionada, sensibilidad de lectura y sensibilidad de escritura.
10. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la determinación incluye determinación de adecuación del rendimiento de campo lejano en diferentes entornos operativos de campo lejano.
11. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que la prueba incluye la realización de múltiples pruebas.
12. El procedimiento según la reivindicación 11, en el que la prueba incluye una o más entre
prueba en un intervalo de frecuencia,
prueba con múltiples dispositivos de prueba (20), y
prueba en múltiples entornos operativos.

ES 2 345 727 T3

13. El procedimiento (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en el que la prueba incluye la inducción de corriente y tensión en todas las partes críticas de una estructura de antena (42) del dispositivo RFID (22).

14. Un dispositivo de prueba de dispositivo RFID (20) que comprende:

un bloque de material dieléctrico (36);

un acoplador de campo cercano (34) dentro del bloque de material dieléctrico (36); y

un lector (28) acoplado eléctricamente al acoplador de campo cercano (34); en el que

el acoplador de campo cercano (34) está situado a una distancia especificada de una superficie (40) del dispositivo de prueba (20) sobre la cual se colocará un dispositivo RFID (22); y

en el que;

el dispositivo de prueba del dispositivo está configurado para realizar operaciones según el procedimiento (10) de determinación del rendimiento de campo lejano del dispositivo RFID (22) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13.

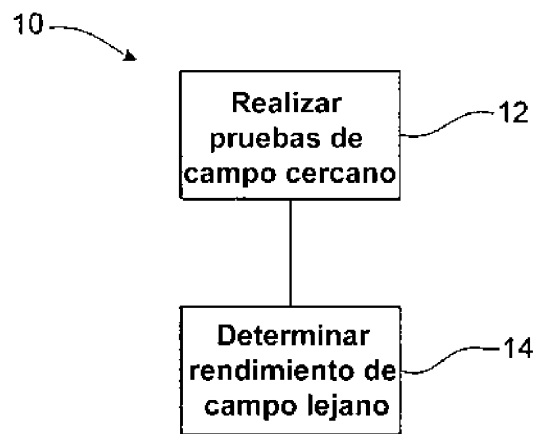


FIG. 1

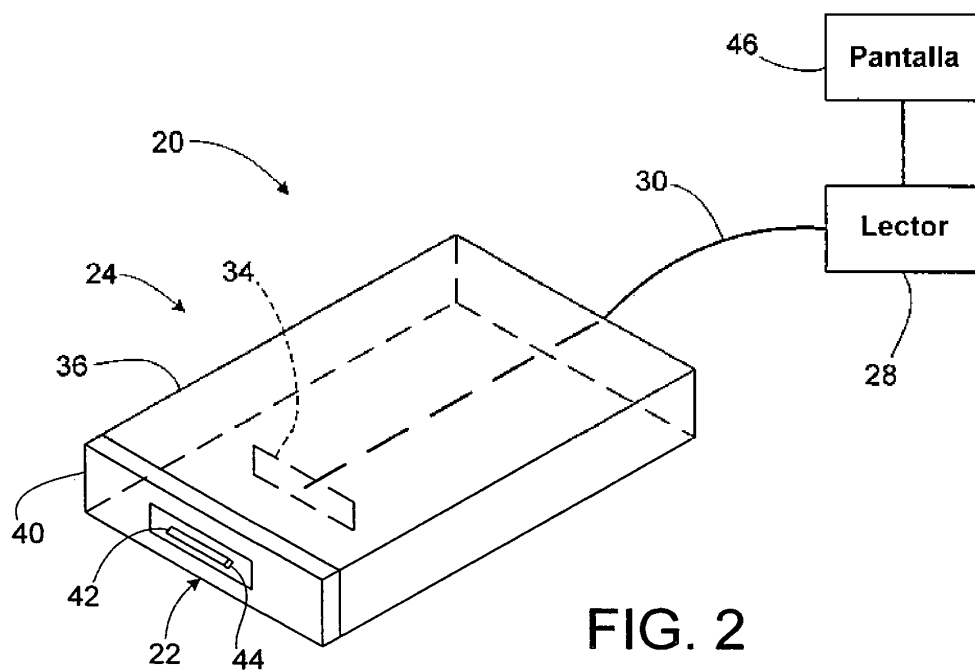


FIG. 2

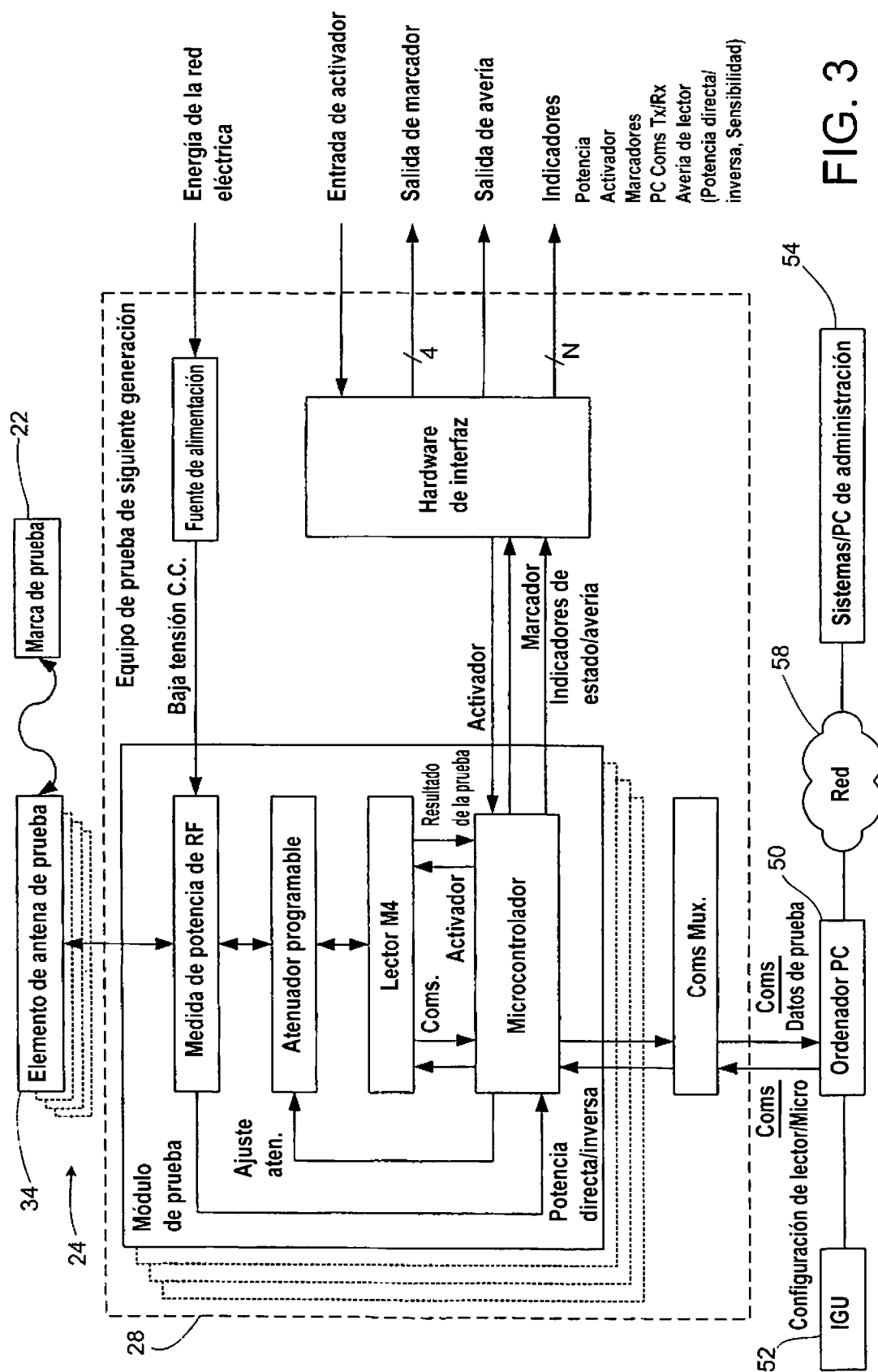


FIG. 3