

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 384 433**

51 Int. Cl.:
G06K 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09792138 .1**
96 Fecha de presentación: **01.09.2009**
97 Número de publicación de la solicitud: **2332093**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **15.06.2011**

54 Título: **Repetidor RFID para la ampliación del alcance en sistemas de retrodispersión modulados**

30 Prioridad:
03.09.2008 US 190791 P
27.08.2009 US 548993

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
04.07.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
04.07.2012

73 Titular/es:
Checkpoint Systems, Inc.
101 Wolf Drive
Thorofare, NJ 08086, US

72 Inventor/es:
WILD, Ben J.;
MADHOW, Upamanyu y
RAMCHANDRAN, Kannan

74 Agente/Representante:
Curell Aguilá, Mireia

ES 2 384 433 T3

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

DESCRIPCIÓN

Repetidor RFID para la ampliación del alcance en sistemas de retrodispersión modulados.

Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

5 La presente solicitud reivindica los derechos, según el artículo 35 U.S.C. §120, de la solicitud nº de serie 12/548.993 presentada el 27 de agosto de 2009, titulada RFID REPEATER FOR RANGE EXTENSION IN MODULATED BACKSCATTER SYSTEMS, que a su vez reivindica los derechos, según el artículo 35 U.S.C. §119(e), de la solicitud provisional nº de serie 61/190.791 presentada el 3 de septiembre de 2008, titulada también RFID REPEATER FOR RANGE EXTENSION IN MODULATED BACKSCATTER SYSTEMS.

Antecedentes de la invención

10 1. Campo de la invención

Esta invención se refiere al campo de las etiquetas de retrodispersión y, en particular, a sistemas para comunicarse con etiquetas de retrodispersión.

2. Descripción de la técnica anterior

15 En sistemas de RFID que usan retrodispersión modulada, un lector transmite una señal de radiofrecuencia (RF), y las etiquetas reflejan electrónicamente la señal de RF. Las etiquetas sin baterías o pasivas consumen la energía requerida para hacer funcionar su circuitería a partir de la señal de RF recibida del lector, mientras que las etiquetas asistidas por batería o semipasivas pueden usar una batería para comunicar energía a su circuitería. Para las etiquetas pasivas, donde la etiqueta se alimenta por medio de la señal emitida por el lector, el enlace descendente desde el lector a la etiqueta típicamente es el cuello de botella en el balance del enlace, debido al umbral de potencia recibida requerido para poner en marcha la etiqueta. Al usar una batería para proporcionar alimentación a la circuitería de la etiqueta, las etiquetas semipasivas relajan este cuello de botella del enlace descendente, produciendo así un incremento significativo en el alcance. Un sistema de retrodispersión modulada puede usar etiquetas o bien pasivas o bien semipasivas, o una combinación de las mismas.

25 En cualquier caso, en un sistema de RFID basado en retrodispersión modulada, las etiquetas reflejan electrónicamente la señal recibida del lector, mientras que la señal retrodispersada se modula con datos almacenados en las etiquetas. Además, las etiquetas pueden desplazar la frecuencia de la señal reflejada, con el fin de separar la retrodispersión modulada con respecto a cualesquiera reflexiones no moduladas de la señal del lector provenientes de otros dispersores. Adicionalmente, los lectores en una fase de un proceso comercial pueden escribir datos nuevos en etiquetas, y los datos nuevos pueden ser leídos por lectores en fases posteriores del proceso comercial.

30 El enlace descendente del lector a la etiqueta es con frecuencia el cuello de botella en los sistemas de RFID. Por lo tanto, para etiquetas pasivas, la señal recibida debe tener la suficiente intensidad para comunicar energía a la etiqueta. Las etiquetas semipasivas (o etiquetas pasivas que pueden almacenar energía durante periodos prolongados) pueden no usar la señal recibida del lector para comunicar energía a la circuitería del receptor de la etiqueta. Sin embargo, para protocolos normalizados de RFID en los que las etiquetas sólo ejecutan una retrodispersión modulada cuando el lector así se lo ordena, la intensidad de la señal recibida debe seguir superando el umbral requerido para una desmodulación fiable de las órdenes del lector.

40 Existen muchas situaciones en las que resulta difícil que la intensidad de la señal recibida supere el umbral requerido para una desmodulación fiable de las órdenes del lector en sistemas de RFID convencionales. Por ejemplo, resulta difícil en aplicaciones de corto alcance en las que la presencia de humedad (por ejemplo, para productos alimenticios en aplicaciones de cadena de frío), líquidos (por ejemplo, para aplicaciones farmacéuticas) o metal (por ejemplo, en aplicaciones en almacenes) deteriora el enlace. También resulta difícil en aplicaciones exteriores de largo alcance (por ejemplo, localización y seguimiento de remolques en un depósito, o automóviles en un concesionario).

45 Muchos protocolos de comunicación de RFID existentes sólo pueden soportar una etiqueta que se comunique con el lector a la vez. Las transmisiones simultáneas desde múltiples etiquetas dentro del alcance de las comunicaciones de un lector típicamente conllevan a colisiones de las señales retrodispersadas. Las colisiones se deben resolver usando algoritmos de resolución de colisiones o algoritmos de acceso múltiple cuyo objetivo típico es garantizar que las etiquetas en última instancia transmitan una cada vez al lector. El alcance para sistemas de RFID que usan etiquetas pasivas típicamente se determina por el enlace descendente del lector a la etiqueta, el cual es responsable de comunicar energía a la etiqueta.

50 Sin embargo, cuando se usan etiquetas pasivas que pueden almacenar o bien energía de RF o bien energía recogida de otras fuentes, la señal de enlace descendente del lector puede no ser la única fuente para alimentar la etiqueta durante la comunicación lector-etiqueta. En este caso, el cuello de botella en el sistema de comunicaciones puede resultar ser el enlace ascendente. El balance de enlace correspondiente al enlace ascendente debe tener en

5 cuenta la pérdida de propagación de ida y vuelta del lector a la etiqueta y de retorno. En el espacio libre, esta pérdida es proporcional a $1/R^4$, indicando R el alcance entre el lector y la etiqueta. De modo similar, para etiquetas semipasivas, el enlace ascendente puede convertirse en el cuello de botella, ya que el balance de enlace correspondiente al enlace descendente sólo necesita ser tal que la circuitería de la etiqueta pueda detectar la señal del lector, y no es necesario alimentar las etiquetas.

10 En términos generales, se conoce la transferencia de alimentación en sistemas inductivos. Por ejemplo, la publicación de patente US nº 2009/0096413 A1, presentada el 7 de mayo de 2008 por Partovi, da a conocer un sistema para la transferencia de alimentación variable en un sistema de carga inductivo. En el sistema de Partovi, se usan múltiples bobinas de receptor/comunicador de energía para recargar etiquetas, teléfonos móviles, reproductores de MP3, radios y otros tipos de dispositivos portátiles. Adicionalmente, un lector de RFID detecta las etiquetas de RFID de una manera convencional. Sin embargo, Partovi no da a conocer el uso dual de un comunicador de energía como repetidor.

15 La publicación de patente US nº 2008/0082360 A1, presentada el 27 septiembre de 2007 por Bailey, da a conocer un sistema de monitorización y control de inventarios en donde se miden los pesos de los artículos antes y después de su distribución con el fin de determinar el inventario de las cantidades de producto que se ha distribuido. En el sistema enseñado por Bailey, una bobina de comunicación de energía comunica energía a etiquetas de RFID, las cuales se leen posteriormente por medio de un lector. Sin embargo, la bobina de comunicación de energía de Bailey tampoco funciona como repetidor.

20 La publicación de patente US nº 2007/0224938 A1, presentada el 28 de abril de 2006 por Jung, revela un sistema de control de vehículos con un lector/comunicador de energía que incluye un comunicador de energía, un desmodulador, y circuitos descodificadores para comunicar energía a y leer una etiqueta de RFID.

25 Adicionalmente, la publicación de patente US nº 2007/0120683 A1, presentada el 25 de noviembre de 2005 por Flippen, enseña un dispositivo médico electrónico implantable. En el dispositivo implantable dado a conocer por Flippen, un transpondedor en el dispositivo médico electrónico implantable incluye un circuito de inducción. Al circuito de inducción se le comunica energía por medio de un lector remoto de mano. Por lo tanto, al dispositivo implantable dado a conocer por Flippen se le puede comunicar energía por medio de un dispositivo de lector/comunicador de energía y al mismo tiempo puede ser leído por este último.

30 La patente US nº 4.333.072, concedida a nombre de Beigel, describe un sistema de RFID acoplado inductivamente, en el cual se obtiene alimentación para una etiqueta de RFID a partir de un campo magnético alterno. El campo magnético se origina en un lector/comunicador de energía acoplado por inducción a la antena de la etiqueta, y rectificado por un rectificador en la antena. La carga de DC resultante se almacena en un condensador en la etiqueta.

35 La patente US nº 7.551.070, presentada el 31 de agosto de 2006 por Talty, describe un sistema de detección inalámbrico que incluye diversos comunicadores de energía en un área predeterminada. Los comunicadores de energía transmiten energía de RF a etiquetas con el fin de recargarlas. Adicionalmente, un comunicador de energía/lector interroga las etiquetas. Las patentes US nº 6.172.609, 7.018.361 y 7.348.884, también dan a conocer comunicadores de energía/lectores de la técnica anterior.

40 Sin embargo, ninguna de las referencias anteriores da a conocer un sistema de etiquetas en el cual un comunicador de energía también pueda actuar como repetidor.

45 La solicitud de patente US nº 2007/0080804 A1, presentada el 7 de octubre de 2005 por Hirahara *et al.*, da a conocer un sistema de etiquetas de retrodispersión según el preámbulo de la reivindicación 1. Se trata de un sistema de repetidor en el cual el repetidor recibe una señal del lector y la repite hacia una etiqueta. El repetidor recibe también una señal de la etiqueta y la repite hacia el lector. La etiqueta almacena energía de una señal de interrogación recibida y usa esa energía para alimentar la circuitería de la etiqueta.

El problema a resolver por la presente invención es mejorar la respuesta de la etiqueta a una señal de interrogación de un lector.

El problema se resuelve mediante un sistema de etiquetas de retrodispersión que comprende las características definidas en la parte caracterizante de la reivindicación 1.

50 La presente invención proporciona una funcionalidad de comunicador de energía que se entiende que incluye la transmisión de energía de excitación a la etiqueta, por ejemplo una senoide, para excitación y carga de la etiqueta con el fin de mejorar así la respuesta de la etiqueta a una señal posterior de interrogación del lector.

Sumario de la invención

55 Un sistema de etiquetas de retrodispersión que incluye por lo menos una etiqueta que tiene circuitería de etiqueta y un lector para transmitir una señal de mando a dicha por lo menos una etiqueta incluye un nodo de comunicación de energía para transmitir una señal de energía a dicha por lo menos una etiqueta con el fin de comunicar energía a

dicha por lo menos una etiqueta y proporcionar energía para hacer funcionar la circuitería de la etiqueta y para emitir una señal de retrodispersión mediante dicha por lo menos una etiqueta. El nodo de comunicación de energía incluye un receptor de comunicación de energía para recibir la señal de mando desde el lector con el fin de proporcionar una señal de mando recibida y un transmisor de comunicación de energía con el fin de transmitir una señal de mando recibida desde el lector a dicha por lo menos una etiqueta. El nodo de comunicación de energía transmite tanto la señal de energía como la señal de mando recibida a dicha por lo menos una etiqueta. El transmisor de comunicación de energía puede transmitir una señal sinusoidal, una señal de salto de frecuencia, una señal de espectro ensanchado, o una señal desplazada en frecuencia a dicha por lo menos una etiqueta. La circuitería de la etiqueta de retrodispersión puede incluir un procesador.

Dicha por lo menos una etiqueta puede funcionar en un modo de bucle abierto que emite una señal de retrodispersión independientemente de la señal de mando del lector. Dicha por lo menos una etiqueta puede funcionar en un modo de bucle cerrado que emite una señal de retrodispersión de acuerdo con la orden del lector. Dicha por lo menos una etiqueta puede responder al lector de acuerdo con un protocolo de lector predeterminado. El receptor de comunicación de energía y el transmisor de comunicación de energía pueden funcionar en diferentes bandas de frecuencia. El nodo de comunicación de energía puede incluir una batería.

El sistema de etiquetas de retrodispersión puede incluir una pluralidad de señales de retrodispersión que tiene intervalos determinísticos entre las señales de retrodispersión. El sistema de etiquetas de retrodispersión puede incluir una pluralidad de señales de retrodispersión que tiene intervalos aleatorios entre las señales de retrodispersión. Dicha por lo menos una etiqueta puede ser una etiqueta multimodo y la etiqueta multimodo puede cambiar de un modo a otro modo de acuerdo con la señal de mando del lector. La señal de mando desde el lector para que la etiqueta multimodo cambie de un modo a otro puede transmitirse desde el lector a la etiqueta multimodo por medio del nodo de comunicación de energía. La señal de mando del lector puede ser una orden para que la etiqueta multimodo cambie su frecuencia de funcionamiento. Dicho por lo menos un nodo puede incluir un modo de activación y un modo de desactivación, y la señal de mando del lector puede incluir una orden para que la etiqueta multimodo se desactive.

El sistema de etiquetas de retrodispersión puede incluir una pluralidad de etiquetas y una pluralidad de nodos de comunicación de energía que funcionan en frecuencias de nodo de comunicación de energía respectivas, en donde el lector sincroniza las frecuencias de las frecuencias respectivas de nodos de comunicación de energía con el fin de controlar interferencias de etiquetas de la pluralidad de etiquetas. El sistema de etiquetas de retrodispersión puede incluir una pluralidad de etiquetas y una pluralidad de nodos de comunicación de energía que presentan una temporización respectiva de nodos de comunicación de energía en donde el lector sincroniza la temporización de los nodos de comunicación de energía de la pluralidad de nodos de comunicación de energía con el fin de controlar interferencias de etiquetas de la pluralidad de etiquetas.

El alcance de los sistemas de RFID que usan la retrodispersión modulada con frecuencia queda limitado por el enlace descendente desde el lector hasta la etiqueta, o bien porque es necesario que el lector comunique energía a las etiquetas o bien porque la etiqueta debe ser capaz de descodificar las órdenes del lector antes de responder. La invención incluye métodos para superar este cuello de botella del enlace descendente, y por lo tanto ampliar el alcance de funcionamiento, para dichos sistemas. En el planteamiento de bucle abierto, la etiqueta puede funcionar además del funcionamiento convencional, o como alternativa a este último. Cuando una etiqueta funciona en este modo, puede usar retrodispersión modulada de forma intermitente sin necesidad de descodificar órdenes explícitas del lector.

La señal de radiofrecuencia (RF) que va a ser retrodispersada puede provenir de un lector convencional, o puede provenir de un nodo de comunicación de energía con funcionalidad que puede ser sustancialmente más simple que la funcionalidad de un lector. Los nodos de comunicación de energía pueden difundir de forma general tonos sinusoidales, posiblemente con saltos en frecuencia, con la finalidad de comunicar energía a las etiquetas. A un comunicador de energía utilizado de esta manera también se le puede denominar excitador. La etiqueta puede obtener energía para hacer funcionar su circuitería a partir de las señales de RF emitidas por lectores o nodos de comunicación de energía, y/o una batería, y las etiquetas pueden tener o no la capacidad de almacenar energía obtenida de las señales de RF recibidas. La circuitería en las etiquetas a las que comunican energía dichos nodos de comunicación de energía puede ser cualquier tipo de circuitería de etiqueta conocida por los expertos en la materia.

Los intervalos entre señales de retrodispersión modulada pueden ser determinísticos o (seudo)aleatorios, en donde la separación aleatoria entre señales de retrodispersión modulada puede reducir las colisiones entre múltiples etiquetas que se pueden producir cuando las etiquetas funcionan en un modo de bucle abierto. Las etiquetas también pueden usar técnicas de espectro ensanchado, tales como secuencia directa o salto de frecuencia, mientras se aplica la retrodispersión, con la finalidad de mejorar el acceso múltiple y/o incrementar el alcance del sistema.

Una etiqueta puede ser una etiqueta multimodo. Un ejemplo de una etiqueta multimodo es una etiqueta que puede conmutar entre un modo convencional, en el cual la misma responde a órdenes del lector de acuerdo con un protocolo, y un modo de bucle abierto. Por ejemplo, un modo de bucle abierto puede iniciarse cuando el balance del enlace no es suficiente para hacer funcionar un protocolo convencional. En un planteamiento de bucle cerrado, los

5 nodos de comunicación de energía pueden recibir señales de un lector a través de una banda de frecuencia y retransmitir las señales a través de otra banda de frecuencia, tal como una banda de RFID. Por lo tanto, un comunicador de energía puede funcionar como un repetidor para repetir señales del lector, aunque funcionando también como un comunicador de energía o excitador para comunicar energía a las etiquetas. A un comunicador de energía de doble función de este tipo se le puede hacer referencia también como comunicador de energía/repetidor o excitador/repetidor. Una vez que un comunicador de energía/repetidor transmite una señal, el comunicador de energía/repetidor puede continuar transmitiendo una onda sinusoidal, con la finalidad de mantener alimentada la etiqueta. Las señales de retrodispersión de la etiqueta pueden descodificarse por medio del lector.

Breve descripción de los dibujos

10 La figura 1 muestra una arquitectura de nodo de comunicación de energía de bucle cerrado adecuada para su uso con el sistema y método de la invención; y

la figura 2 muestra una arquitectura de múltiples nodos de comunicación de energía que incluye una pluralidad de nodos de comunicación de energía adecuados para su uso con el sistema y método de la invención.

Descripción detallada de la invención

15 Modo de bucle abierto para retrodispersión modulada desde una etiqueta

20 Las etiquetas pueden funcionar en un modo de bucle abierto, sin necesidad de descodificar órdenes para un lector. En instantes de tiempo intermitentes, una etiqueta puede difundir de forma general su información, tal como su identidad, las lecturas de sensores fijados a la misma, u otra información relevante, ejecutando una retrodispersión modulada, por ejemplo, mediante conmutación de la impedancia de su antena de transmisión. Los tiempos entre los acontecimientos de retrodispersión pueden elegirse basándose en un temporizador de acontecimientos de retrodispersión, y la circuitería de la etiqueta (o más bien, la mayor parte de la circuitería de la etiqueta) puede situarse en suspensión entre acontecimientos sucesivos de retrodispersión. Los tiempos entre acontecimientos de retrodispersión pueden ser iguales, o pueden elegirse para que sean aleatorios.

25 En una forma de realización, no es necesario que la etiqueta tenga conocimiento de si existe una señal de RF que incide en la misma. Si no existe ninguna señal de RF que incida en la etiqueta, el acontecimiento de retrodispersión puede no conducir a la emisión de una señal de RF desde la etiqueta. La etiqueta simplemente podría conmutar su impedancia con la finalidad de intentar una retrodispersión modulada basándose en su temporizador de acontecimientos de retrodispersión, dependiendo su éxito de si existe o no realmente una señal de RF que incide en la misma. En otra forma de realización, después de la expiración del temporizador de acontecimientos de retrodispersión, la circuitería de receptor de la etiqueta puede tratar de detectar la presencia de una señal de RF antes de intentar la retrodispersión modulada. En este caso, si no se detecta ninguna señal de RF, entonces la etiqueta puede volver al estado de suspensión después de reinicializar el temporizador de acontecimientos de retrodispersión.

30 Funcionamiento de etiqueta multimodo

35 Una etiqueta puede funcionar en múltiples modos, dependiendo de su entorno de funcionamiento, o de las órdenes del lector, en donde las instrucciones del lector a la etiqueta para modificar su modo de funcionamiento pueden transmitirse directamente desde el lector a la etiqueta, o desde el lector a la etiqueta por medio del nodo de comunicación de energía/repetidor. Por ejemplo, una etiqueta puede implementar protocolos convencionales de RFID que se fundamenten en una comunicación bidireccional con el lector, si ésta puede desmodular señales del lector. Sin embargo, si la misma no oye ninguna señal de un lector, entonces puede funcionar en el modo de bucle abierto antes mencionado. Esto puede ocurrir incluso cuando existe un lector que transmite cerca, si la intensidad de la señal recibida del lector no supera el umbral requerido para que la etiqueta descodifique las órdenes transmitidas por el lector.

45 Cuando es viable una comunicación bidireccional con el lector, el lector puede reprogramar la etiqueta para cambiar su modo de funcionamiento. Por ejemplo, el lector puede activar o desactivar un modo de bucle abierto, con el fin de permitir el funcionamiento en modos de bucle o bien abierto o bien cerrado. Además, el lector puede cambiar las características del temporizador de acontecimientos de retrodispersión. Por ejemplo, puede incrementar o disminuir el tiempo medio entre acontecimientos de retrodispersión, o conmutarlo de intervalos de tiempo constantes a intervalos de tiempo variables o aleatorios.

50 Acceso múltiple de etiquetas en frecuencia

55 Además de modular sus datos sobre una señal de retrodispersión, una etiqueta que implementa retrodispersión modulada también puede implementar un desplazamiento de frecuencia de la señal de RF que incide en la misma. Esto puede lograrse, por ejemplo, al multiplicar los datos de banda base que se retrodispersan por una onda cuadrada que varía más rápidamente, cuya frecuencia es igual al desplazamiento de frecuencia deseado. En el modo de bucle abierto, una etiqueta puede seleccionar el desplazamiento de frecuencia aleatoriamente. Por ejemplo, puede usar un generador de números pseudoaleatorios, o una función determinística de su ID o datos. Esto

reduce la probabilidad de colisión entre señales retrodispersadas de múltiples etiquetas, lo cual es especialmente útil cuando las etiquetas están funcionando en modo de bucle abierto (en cuyo caso, la mediación por parte del lector no puede utilizarse para lograr la resolución de las colisiones). Los desplazamientos de frecuencia implementados por una etiqueta pueden variar a lo largo de diferentes acontecimientos de retrodispersión para la etiqueta. El desplazamiento de frecuencia también puede variar a lo largo del espacio de un solo acontecimiento de retrodispersión para implementar un sistema con saltos de frecuencia. En una forma de realización alternativa, los desplazamientos de frecuencia pueden controlarse por medio del lector, o bien directamente o bien por medio de un nodo de comunicación de energía/repetidor.

Nodos de comunicación de energía – Bucle abierto

Además del uso de lectores propiamente dichos, el funcionamiento de etiquetas en el modo de bucle abierto puede soportarse o controlarse por medio de los más sencillos nodos de comunicación de energía. Los nodos de comunicación de energía más sencillos pueden proporcionar una señal de RF que comunica energía a etiquetas dentro de su alcance. Dichos nodos de comunicación de energía simplemente pueden emitir portadoras sinusoidales no moduladas para comunicar energía a etiquetas, posiblemente señales que saltan en frecuencia para proporcionar robustez contra desvanecimientos, y para cumplir con directrices reguladoras en relación con el uso del espectro. Dada la funcionalidad enormemente más sencilla de los nodos de comunicación de energía, los mismos pueden tener un coste significativamente menor que un lector convencional. En estas circunstancias, los nodos de comunicación de energía pueden desplegarse con una mayor densidad que los lectores dentro de sistemas de comunicación por etiquetas. Por lo tanto, los mismos pueden situarse más cerca de más etiquetas de lo que es posible utilizando los lectores más complicados y costosos. Al desplegar nodos de comunicación de energía cerca de etiquetas, la pérdida de propagación desde los nodos de comunicación de energía a las etiquetas puede reducirse, con lo cual mejora significativamente el balance de enlace global del sistema.

Las señales retrodispersadas de las etiquetas a las que comunican energía nodos de comunicación de energía pueden desmodularse por medio de nodos de lector o por medio de aplicaciones (*appliqués*) añadidas o acopladas a un sistema de etiquetas. Los nodos de comunicación de energía pueden tener o no parte o la totalidad de la funcionalidad de aplicación (*appliqué*) o de lector incorporada en los mismos. Si múltiples nodos de comunicación de energía no coordinados se encuentran en funcionamiento al mismo tiempo, una etiqueta que realiza una retrodispersión modulada puede reflejar señales retrodispersadas en múltiples frecuencias. Un receptor que recibe las señales retrodispersadas puede combinar las señales en diferentes frecuencias para obtener estimaciones más fiables de los datos almacenados que son transmitidos por las etiquetas.

Los nodos de comunicación de energía se pueden coordinar por medio de un nodo más capaz, tal como un nodo de lector. Por ejemplo, un lector puede ordenar a los nodos de comunicación de energía que se activen o desactiven. Puede ser ventajoso, por ejemplo, desactivar un nodo de comunicación de energía si un protocolo de RFID convencional se encuentra en funcionamiento, para evitar interferencias en la etiqueta y los receptores de lector. Alternativamente, el lector puede indicar a los nodos de comunicación de energía que funcionen en frecuencias diferentes al asignarles diferentes patrones de saltos. Unos medios de comunicación de bajo coste entre un lector convencional y un comunicador de energía consisten en conectar una etiqueta al nodo de comunicación de energía, o incorporar la funcionalidad de etiqueta en el nodo de comunicación de energía. En ese caso, un lector convencional puede controlar el nodo de comunicación de energía aprovechando órdenes proporcionadas en un protocolo de RFID convencional.

La comunicación del lector al nodo de comunicación de energía también puede utilizarse para sincronizar los nodos de comunicación de energía. Por ejemplo, un lector puede ordenar a un grupo de nodos de comunicación de energía que comiencen a transmitir a una cierta frecuencia, en un cierto patrón de saltos de frecuencia, en un cierto tiempo. Las señales de nodos de comunicación de energía sincronizados de esta manera pueden interferir de manera constructiva o destructiva en tiempos diferentes en etiquetas diferentes. Sin embargo, la señal portadora neta producida de esta manera puede tener una mayor intensidad en potencia media que la señal producida por un solo nodo de comunicación de energía.

Nodos de comunicación de energía - Bucle cerrado

En el funcionamiento de bucle cerrado, las etiquetas pueden esperar órdenes del lector antes de responder con una señal de retrodispersión. Sin embargo, el concepto de nodo de comunicación de energía que puede utilizarse en el funcionamiento de bucle abierto puede seguir utilizándose en el funcionamiento de bucle cerrado. En el funcionamiento de bucle cerrado, el comunicador de energía puede recibir las órdenes del lector y retransmitir las órdenes del lector a la etiqueta. Con el fin de lograr esta funcionalidad de repetidor, puede utilizarse una banda de control de comunicaciones de repetidor a repetidor/excitador, aparte de la banda del lector. Por ejemplo, la banda de 2,4GHz u otra banda puede utilizarse para la banda de control de comunicaciones de lector a repetidor/excitador. Las órdenes entonces pueden volver a difundirse de forma general, por ejemplo, sobre la banda de RFID. En la figura 1 se muestra Un diagrama de bloques de una posible forma de realización de una arquitectura de nodo de comunicación de energía/repetidor de bucle cerrado 10.

La arquitectura de nodo de comunicación de energía/repetidor de bucle cerrado 10 mostrada en la figura 1 incluye

una antena de 2,4GHz 12 para recibir una señal de control de lector desde un lector u otro comunicador de energía o nodo de comunicación de energía/repetidor. La antena 12 en la arquitectura de nodo de comunicación de energía/repetidor de bucle cerrado 10 puede aplicar la señal recibida desde el lector a un receptor de 2,4GHz 14. La señal del receptor 14 puede aplicarse al procesador 20 de la arquitectura de nodo de comunicación de energía/repetidor 10 para su procesado. La señal del procesador 20 puede aplicarse a un transmisor de 900MHz 16 ó a otro tipo de transmisor. El procesador 20 por lo tanto puede proporcionar una señal para su retransmisión por la arquitectura de nodo de comunicación de energía/repetidor 10, así como una señal de comunicación de energía. La salida del transmisor de 900MHz 16 se amplifica por medio de un amplificador 18. La salida del amplificador 18 puede retransmitirse a una etiqueta por medio de una antena de 900MHz 22. Una batería 24 es opcional dentro de la arquitectura de nodo de comunicación de energía/repetidor 10.

La figura 2 muestra una representación de diagrama de bloques de una arquitectura 30 del sistema de múltiples nodos de comunicación de energía. La arquitectura 30 del sistema de múltiples nodos de comunicación de energía puede incluir un lector 34 y una aplicación (*appliqué*) 36, los nodos de comunicación de energía 38a a i o los nodos de comunicador de energía 38a a i, y un número cualquiera de etiquetas 44, de acuerdo con el sistema y método de la presente invención. Se entenderá que la arquitectura 30 del sistema de múltiples nodos de comunicación de energía puede incluir un número cualquiera de lectores 34 ó aplicaciones (*appliqués*) 36, aunque en el dibujo, para simplificar, se muestra sólo uno de cada.

Además, la arquitectura de sistema 30 puede incluir un número cualquiera de nodos de comunicación de energía 38a a i, un número cualquiera de etiquetas 44, o cualesquiera otros dispositivos conocidos por los expertos en la técnica de los sistemas de comunicación de retrodispersión por etiquetas. Un número cualquiera de los nodos de comunicación de energía 38a a i puede ser sustancialmente similar a la arquitectura de nodo de comunicación de energía/repetidor de bucle cerrado 10. Cualquiera de los nodos restantes 38a a i puede ser cualesquiera otros tipos de arquitecturas de nodo de comunicación de energía o arquitecturas de excitador conocidas por los expertos en la materia. Aunque los nodos de comunicación de energía 38a a i se sitúan cerca de la población de etiquetas 44 en una forma de realización preferida de la arquitectura 30 del sistema de múltiples nodos de comunicación de energía, los elementos de la arquitectura de sistema 30 pueden disponerse en cualesquiera ubicaciones que resulten adecuadas.

Las etiquetas 44 pueden reflejar las señales emitidas por los nodos de comunicación de energía 38a a i cuando la arquitectura 30 del sistema de múltiples nodos de comunicación de energía funciona en el modo de bucle abierto. Por ejemplo, la sinusoide transmitida desde el nodo de excitador 38d por medio del trayecto de señal 42d puede reflejarse como una señal de retrodispersión modulada, por parte de una etiqueta 44 por medio de los trayectos de señal 42c,e al lector 34 ó aplicación (*appliqué*) 36. Además, los dispositivos 34, 36 pueden comunicarse directamente con las etiquetas 44, por ejemplo tal como se muestra mediante el trayecto de señal 42b, en lugar de por medio de un nodo de comunicación de energía/repetidor 38a a i.

Las señales de retrodispersión modulada transmitidas por las etiquetas 44 de esta manera pueden desmodularse por medio del lector 34 o aplicación (*appliqué*) 36, o por medio de cualesquiera otros nodos de lector o nodos de aplicación (*appliqué*). Además, las señales desmoduladas pueden usarse para estimar las ubicaciones de las etiquetas 44, así como para obtener información tal como las identificaciones de las etiquetas 44 y los estados de cualesquiera activos que puedan conectarse a las etiquetas 44. Por ejemplo, la información contenida en las señales retrodispersadas moduladas de las etiquetas 44 puede incluir la lectura de un sensor de temperatura, tal como un sensor de temperatura en aplicaciones de cadena de frío. En otra forma de realización, la información en la señal retrodispersada modulada puede representar el estado de una parte en una aplicación de fabricación.

Espectro ensanchado de secuencia directa

La señal retrodispersada modulada transmitida por una etiqueta 44 en la arquitectura de sistema 30, puede ser una secuencia de símbolos seleccionada de manera que presente buenas propiedades de autocorrelación, es decir, que presente una correlación normalizada reducida con desplazamientos de sí misma. Además, pueden elegirse secuencias de símbolos enviadas por diferentes etiquetas 44 en la arquitectura de sistema 30 de manera que presenten buenas propiedades de correlación cruzada entre sí, es decir, de manera que presenten correlaciones normalizadas reducidas entre sí.

Los números de identificación de etiqueta de las etiquetas 44 pueden codificarse en la secuencia de símbolos según cualquier forma conocida por los expertos en la materia. Por ejemplo, la secuencia de símbolos puede elegirse de manera que adopte la forma de una forma de onda de espectro ensanchado de secuencia directa, en la cual una secuencia de segmentos, o secuencia de ensanchamiento, con buenas propiedades de autocorrelación y correlación cruzada, se modula a una velocidad menor por medio de una secuencia de datos que transporta información. La identificación de etiqueta, así como otra información a enviar desde una etiqueta 44 a un lector tal como el lector 34, puede codificarse en la elección de la secuencia de ensanchamiento. Alternativamente, la misma puede codificarse en la modulación de datos, en la secuencia de ensanchamiento, o en una combinación de ellas.

Si el periodo de la secuencia de ensanchamiento de la señal de retrodispersión coincide con la extensión de un símbolo de datos, entonces se le denomina secuencia de ensanchamiento corta. Si la secuencia de ensanchamiento

es aperiódica, o tiene un periodo significativamente mayor que la extensión de un símbolo de datos, entonces se le denomina secuencia de ensanchamiento larga. Al número de símbolos, o segmentos, que se corresponde con la extensión de un único símbolo de datos, se le denomina ganancia de procesado.

Ampliación del alcance

- 5 Un nodo de lector 34 ó un nodo de aplicación (*appliqué*) 36 puede correlacionar la señal recibida desde una etiqueta 44 con respecto a las secuencias de ensanchamiento que pueden ser usadas posiblemente por las etiquetas 44 dentro de la arquitectura de sistema 30. La integración con respecto a la secuencia de ensanchamiento incrementa la relación señal/ruido de las señales recibidas, y mejora la fiabilidad de la demodulación de datos. Por lo tanto, al elegir la ganancia de procesado para que sea suficientemente larga, es posible mejorar el alcance de una comunicación fiable entre lectores y etiquetas. Por ejemplo, una ganancia de procesado de 256 puede provocar un incremento de cuatro veces el alcance R , suponiendo una pérdida de propagación de $1/R^4$. La misma puede provocar un incremento de dieciséis veces el alcance suponiendo una pérdida de propagación de $1/R^2$.

Acceso Múltiple por División de Código (CDMA)

- 15 El uso de espectro ensanchado también puede permitir que múltiples etiquetas 44 se comuniquen de manera fiable con el lector 34 en ese momento, constituyendo así un sistema de acceso múltiple por división de código (CDMA). En este caso, el lector 34 está equipado con un receptor capaz de descodificar múltiples etiquetas 44, usando técnicas de recepción CDMA convencionales. Una técnica CDMA convencional incluye la correlación de una señal recibida con respecto a las posibles secuencias de ensanchamiento de todas las etiquetas 44 que están siendo desmoduladas dentro de la arquitectura de sistema 30. Las salidas de los correladores pueden tener cierta interferencia residual debido a la correlación cruzada entre las diferentes secuencias de ensanchamiento. Sin embargo, la interferencia entre las señales es pequeña para secuencias de ensanchamiento bien diseñadas, y una arquitectura de sistema de CDMA 30 puede proporcionar un rendimiento adecuado incluso cuando los receptores del lector 34 ignoran la estructura de la interferencia de acceso múltiple debido a múltiples etiquetas 44.

- 25 Sin embargo, también es posible usar técnicas de detección multiusuario que aprovechen la estructura de interferencias. Estas incluyen, entre otras, descorrelación lineal, cancelación de interferencias, y técnicas de máxima probabilidad. Para secuencias de ensanchamiento cortas, la interferencia puede tener una estructura cicloestacionaria, la cual se puede aprovechar mediante técnicas de detección adaptativa multiusuario o de supresión de interferencias. Estas técnicas pueden incluir, entre otras, Error Cuadrático Medio Mínimo Lineal (LMMSE) y receptores de realimentación de decisión, los cuales pueden adaptarse utilizando algoritmos tales como Mínimos Cuadrados (LMS), Mínimos Cuadrados Recursivos (RLS), o mínimos cuadrados en bloque. Si el receptor tiene múltiples redes de antenas, entonces la detección multiusuario puede realizarse usando un procesado espaciotemporal, por ejemplo, utilizando una correlación basada en LMMSE para un bloque de muestras para todas las antenas que se corresponden con un intervalo de tiempo determinado.

Acceso múltiple de etiquetas en modo de circuito abierto

- 35 Los protocolos de RFID convencionales dentro de arquitecturas de sistema tales como la arquitectura de sistema 30 pueden presentar protocolos de resolución de colisiones basados en una comunicación bidireccional entre lectores 34 y etiquetas 44. No obstante, para el funcionamiento de bucle abierto de las etiquetas 44, el acceso múltiple puede lograrse por técnicas tales como división de tiempo, división de frecuencia, o división de código, y cualesquiera combinaciones de las mismas. La división de tiempo puede lograrse al aleatorizar adecuadamente los tiempos entre los acontecimientos de retrodispersión. La división de frecuencia se logra mediante la elección aleatoria, por parte de etiquetas 44, de una deriva de frecuencia cuando se aplica la retrodispersión. La división de código puede lograrse con métodos de saltos de frecuencia, con métodos de ensanchamiento de secuencia directa, o con cualesquiera otros métodos conocidos en la técnica.

- 45 El acceso múltiple y la ampliación del alcance dentro de la arquitectura de sistema 30 pueden mejorarse de forma adicional a través de un establecimiento de correspondencias entre códigos de etiquetas de Código de Producto Electrónico (EPC). El establecimiento de correspondencias puede ser dinámico. El acceso múltiple y la ampliación del alcance también pueden mejorarse con secuencias de palabras de código (ID's) de "mínima distancia buena" que se obtienen a partir de un código adecuado de Corrección Directa de Errores (FEC). Por ejemplo, para una etiqueta de EPC de 64 bits, en una región espacial pueden existir aproximadamente 1.000 etiquetas que es necesario identificar (también es posible una reutilización espacial de secuencias de código). La elevada relación de posibles secuencias de 64 bits con respecto al número posible de etiquetas (1.000) permite la posibilidad de asignar secuencias adecuadas a las etiquetas que se encuentran "alejadas entre sí" para proporcionar una inmunidad máxima al ruido físico o relacionado con la sincronización. En la terminología de la teoría de codificación, esto proporciona un código de baja velocidad (n,k) , en la ilustración anterior un código $(64,10)$. La ganancia de codificación debida a esto puede sumarse a las ganancias de rendimiento debidas al procesado de CDMA, por ejemplo.

- 55 Aunque la invención se ha descrito de forma detallada y en referencia a ejemplos específicos de la misma, resultará evidente para los expertos en la materia que pueden realizarse varios cambios y modificaciones en ella sin apartarse, por ello, de su alcance.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de etiquetas de retrodispersión que incluye por lo menos una etiqueta (44) que presenta una circuitería de etiqueta (10) y un lector para transmitir una señal de mando a dicha por lo menos una etiqueta (44), caracterizado porque presenta:
 - 5 por lo menos un nodo de comunicación de energía (38a a i) para transmitir una señal de energía a dicha por lo menos una etiqueta (44) con el fin de comunicar energía a dicha por lo menos una etiqueta (44) y proporcionar energía para hacer funcionar la circuitería de etiqueta (10) y para emitir una señal de retrodispersión por parte de dicha por lo menos una etiqueta (44);
comprendiendo el nodo de comunicación de energía (38a a i):
 - 10 un receptor de comunicación de energía (14) para recibir la señal de mando del lector;
un transmisor de comunicación de energía (16) que transmite la señal de mando recibida en forma de una señal de mando repetida hacia dicha por lo menos una etiqueta (44); y
un excitador para transmitir la señal de energía como una señal de excitador separada además de la señal de mando repetida hacia dicha por lo menos una etiqueta (44) con el fin de almacenar energía en dicha por lo menos una etiqueta (44) para permitir la emisión de la señal de retrodispersión por parte de dicha por lo menos una etiqueta (44).
 2. Sistema de etiquetas de retrodispersión según la reivindicación 1, en el que el nodo de comunicación de energía (38a a i) está adaptado para transmitir una señal sinusoidal a dicha por lo menos una etiqueta (44).
 3. Sistema de etiquetas de retrodispersión según la reivindicación 1, en el que el nodo de comunicación de energía (38a a i) está adaptado para transmitir una señal de saltos de frecuencia a dicha por lo menos una etiqueta (44).
 4. Sistema de etiquetas de retrodispersión según la reivindicación 1, en el que el nodo de comunicación de energía (38a a i) está adaptado para transmitir una señal de espectro ensanchado a dicha por lo menos una etiqueta (44).
 5. Sistema de etiquetas de retrodispersión según la reivindicación 1, en el que el nodo de comunicación de energía (38a a i) está adaptado para transmitir una señal desplazada en frecuencia a dicha por lo menos una etiqueta (44).
 6. Sistema de etiquetas de retrodispersión según la reivindicación 1, en el que la circuitería de etiqueta (10) comprende un procesador (20).
 7. Sistema de etiquetas de retrodispersión según la reivindicación 1, en el que dicha por lo menos una etiqueta (44) funciona en un modo de bucle abierto que emite la señal de retrodispersión de forma independiente con respecto a la señal de mando del lector.
 8. Sistema de etiquetas de retrodispersión según la reivindicación 1, en el que dicha por lo menos una etiqueta (44) funciona en un modo de bucle cerrado que emite la señal de retrodispersión según la señal de mando del lector.
 9. Sistema de etiquetas de retrodispersión según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha por lo menos una etiqueta (44) responde al lector según un protocolo de lector predeterminado.
 10. Sistema de etiquetas de retrodispersión según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el receptor de comunicación de energía (14) y el transmisor de comunicación de energía (16) funcionan en bandas de frecuencia diferentes.
 11. Sistema de etiquetas de retrodispersión según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el nodo de comunicación de energía (38a a i) comprende una batería (24).
 12. Sistema de etiquetas de retrodispersión según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que incluye una pluralidad de señales de retrodispersión que comprende además intervalos determinísticos entre las señales de retrodispersión de la pluralidad de señales de retrodispersión.
 13. Sistema de etiquetas de retrodispersión según la reivindicación 12, que comprende intervalos aleatorios entre las señales de retrodispersión de la pluralidad de señales de retrodispersión.
 14. Sistema de etiquetas de retrodispersión según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha por lo menos una etiqueta (44) es una etiqueta multimodo y la etiqueta multimodo está adaptada para pasar de un modo a otro modo según la señal de mando del lector.
 15. Sistema de etiquetas de retrodispersión según la reivindicación 14, en el que la señal de mando del lector para que la etiqueta multimodo pase de un modo a otro se transmite desde el lector a la etiqueta multimodo por medio de dicho por lo menos un nodo de comunicación de energía (38a a i).

16. Sistema de etiquetas de retrodispersión según la reivindicación 14, en el que la señal de mando del lector comprende una orden para que la etiqueta multimodo cambie su frecuencia de funcionamiento.

5 17. Sistema de etiquetas de retrodispersión según la reivindicación 1, en el que dicho por lo menos un nodo de comunicación de energía (38a a i) incluye un modo de activación y un modo de desactivación y la señal de mando del lector comprende una orden para que la etiqueta multimodo se desactive.

10 18. Sistema de etiquetas de retrodispersión según la reivindicación 1, que comprende además una pluralidad de etiquetas (44) y una pluralidad de nodos de comunicación de energía (38a a i) que funcionan en unas frecuencias respectivas de nodos de comunicación de energía, estando adaptado el lector para sincronizar las frecuencias de las respectivas frecuencias de nodos de comunicación de energía con el fin de controlar las interferencias de las etiquetas de la pluralidad de etiquetas (44).

15 19. Sistema de etiquetas de retrodispersión según la reivindicación 1, que comprende además una pluralidad de etiquetas (44) y una pluralidad de nodos de comunicación de energía (38a a i) que presentan una respectiva temporización de nodos de comunicación de energía, estando adaptado el lector para sincronizar la temporización de los nodos de comunicación de energía de la pluralidad de nodos de comunicación de energía (38a a i) con el fin de controlar las interferencias de las etiquetas de la pluralidad de etiquetas (44).

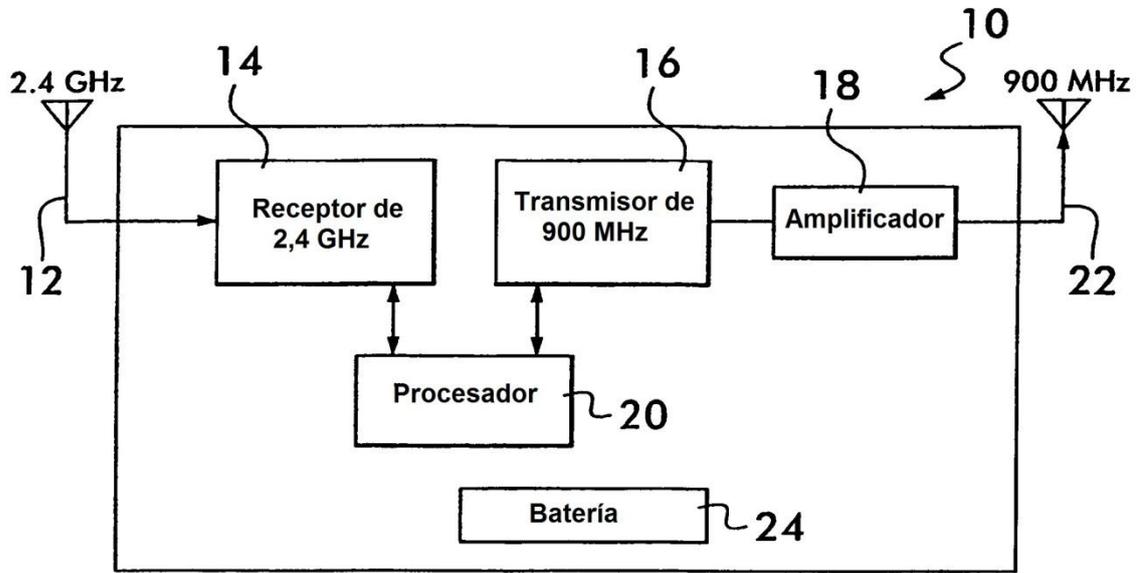


FIG.1

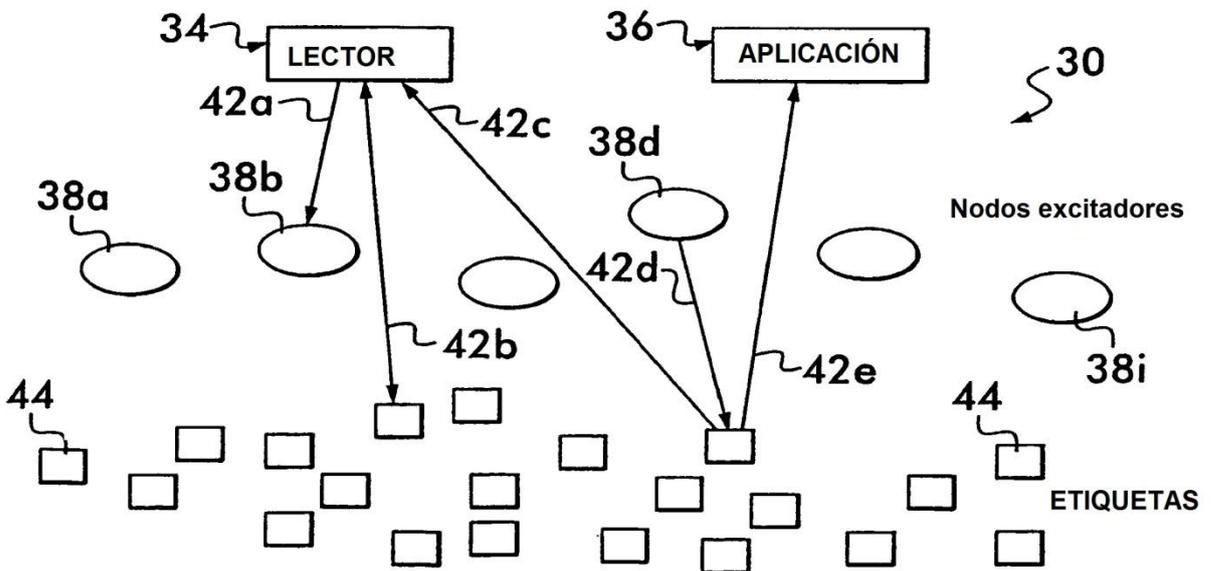


FIG.2