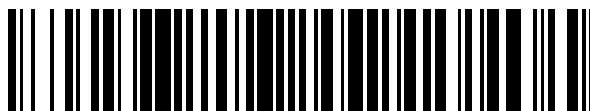


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 691 193**

51 Int. Cl.:

G06K 7/10 (2006.01)

H01Q 3/26 (2006.01)

H01Q 1/22 (2006.01)

H01Q 21/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.03.2014** **PCT/US2014/026319**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.10.2014** **WO14160322**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.03.2014** **E 14775572 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.07.2018** **EP 2973206**

54 Título: **Alimentación de etiquetas RFID utilizando múltiples lectores RFID de haz sintetizado**

30 Prioridad:

14.03.2013 US 201361784035 P
04.10.2013 US 201361887238 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
26.11.2018

73 Titular/es:

IMPINJ, INC. (100.0%)
400 Fairview Ave N, Suite 1200
Seattle, WA 98109, US

72 Inventor/es:

PESAVENTO, ALBERTO y
DIORIO, CHRISTOPHER

74 Agente/Representante:

MILTENYI , Peter

ES 2 691 193 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

Alimentación de etiquetas RFID utilizando múltiples lectores RFID de haz sintetizado

5 REFERENCIA CRUZADA CON APLICACIONES RELACIONADAS

La presente solicitud reivindica prioridad de los Números De Serie de Solicitud de Patente Provisional de los Estados Unidos 61/784.035 (Número de Registro del Agente 5088.0344USP1/IMPJ-0456P1) presentada el 14 de marzo de 2013 y 61/887.238 (Número de Registro del Agente 5088.0354USP1/IMPJ-0480P1) presentada el 4 de octubre de 2013.

10

ANTECEDENTES

Los sistemas de identificación por radio frecuencia (RFID – *Radio Frequency Identification*) normalmente incluyen lectores RFID, también conocidos como lectores/escritores RFID o interrogadores RFID, y etiquetas RFID. Los sistemas RFID se pueden usar de muchas maneras para ubicar e identificar objetos a los que están pegadas las etiquetas como, por ejemplo, en el documento US2011/0090059. Los sistemas RFID son útiles en industrias relacionadas con productos y relacionadas con servicios para el seguimiento de objetos que se están procesando, catalogando o manipulando según se describe en el documento WO 03061366 A2. En dichos casos, generalmente se pega una etiqueta RFID a un elemento individual, o a su paquete.

15

20 En principio, las técnicas de RFID implican el uso de un lector RFID para catalogar una o más etiquetas RFID, en el que la catalogación implica al menos individualizar una etiqueta y recibir un identificador de la etiqueta individualizada (en el que "individualizado" se define como una etiqueta individual seleccionada por un lector, potencialmente de entre varias etiquetas, y un "identificador" se define como cualquier número que identifique la etiqueta o el elemento al que está pegada la etiqueta, tal como un identificador de etiqueta (TID – *tag identifier*), un código de producto electrónico (EPC – *electronic product code*), etc.) El lector que transmite una onda de radio frecuencia (RF) realiza la interrogación. La onda de RF es normalmente electromagnética, al menos en el campo lejano. La onda de RF también puede ser predominantemente eléctrica o magnética en el campo cercano. La onda de RF puede codificar uno o más comandos que ordenan a las etiquetas que realicen una o más acciones. En sistemas de RFID típicos, un lector RFID transmite una señal de RF modulada de catalogación (un comando), recibe una respuesta de la etiqueta y transmite una señal de RF de acuse de recibo en respuesta a la respuesta de la etiqueta.

25

30

Una etiqueta que detecta la onda de RF de interrogación puede responder con una retro-transmisión de otra onda de RF. La etiqueta retro-genera la onda de RF transmitida originalmente, o retro-refleja una parte de la onda de RF de interrogación en un proceso conocido como retro-difusión. La retro-difusión se puede producir de varias maneras.

35

La onda de RF retro-reflejada puede codificar datos almacenados en la etiqueta, tales como un número. La respuesta es de-modulada y decodificada por el lector, que con ello identifica, cuenta o interactúa de otra manera con el elemento asociado. Los datos decodificados pueden denotar un número de serie, un precio, una fecha, un destino, otro(s) atributo(s), cualquier combinación de atributos, etc. En consecuencia, cuando un lector recibe datos de etiqueta, puede obtener información sobre el elemento que aloja la etiqueta y/o sobre la misma etiqueta.

40

Una etiqueta RFID incluye normalmente una sección de antena, una sección de radio, una sección de gestión de energía, y frecuentemente una sección lógica, una memoria, o ambas. En algunas etiquetas RFID, la sección de gestión de energía incluye un dispositivo de almacenamiento de energía, tal como una batería. Las etiquetas RFID con un dispositivo de almacenamiento de energía se conocen como etiquetas activadas por batería, semi-activas o activas. Otras etiquetas RFID pueden ser alimentadas únicamente por la señal de RF que reciben. Dichas etiquetas RFID no incluyen un dispositivo de almacenamiento de energía y se llaman etiquetas pasivas. Por supuesto, incluso las etiquetas pasivas suelen incluir elementos de almacenamiento temporal de energía y datos/señalización, tales como condensadores o inductores.

50

BREVE RESUMEN

Este resumen se proporciona para introducir una selección de conceptos de forma simplificada que se describen más adelante en la descripción detallada. Este resumen no pretende identificar características clave o características esenciales de la materia reivindicada, ni pretende ser una ayuda para determinar el alcance de la materia reivindicada.

55

Formas de realización se refieren a alimentar etiquetas RFID usando múltiples lectores RFID de haz sintetizado. Un lector RFID de haz sintetizado, que comprende al menos un lector RFID y una matriz de antenas, sintetiza eléctricamente patrones de múltiples haces ajustando las señales proporcionadas a los elementos de antena de la matriz. Los patrones de haces múltiples pueden apuntar en diferentes direcciones físicas, pueden proporcionar diferentes formas de haz, pueden proporcionar diferentes coberturas físicas, o pueden proporcionar una combinación de estos atributos. El lector puede comprender un único transmisor o múltiples transmisores, un único

60

receptor o múltiples receptores, ser independientes de y estar conectados a elementos de la matriz de antenas, o estar distribuidos e integrados dentro de los elementos de la matriz. El lector o un controlador de matriz puede ajustar la fase y/o la amplitud de las señales proporcionadas a los elementos de la matriz para sintetizar los haces múltiples. La matriz de antenas puede comprender múltiples elementos de antena discretos o puede utilizar una estructura continua que puede emular múltiples antenas. Conmutando entre los haces, un lector de haz sintetizado puede explorar su entorno, esencialmente orientando su enfoque en diferentes direcciones y con formas de haz potencialmente diferentes durante la exploración. Como un ejemplo simple pero no limitante de un sistema de haz sintetizado, considérese la matriz de antenas de un buque de la Armada de los EEUU que conforma un radar de haz sintetizado, que está observando, explorando el entorno para catalogar las etiquetas RFID en lugar de explorar el entorno para detectar barcos o aviones distantes. Al igual que un radar de haz sintetizado, un lector RFID de haz sintetizado puede usar múltiples frecuencias de RF, diferentes formas de haz, diferentes direcciones de haz y diferentes formas de onda de señal para catalogar/ubicar/rastrear sus etiquetas objetivo.

Formas de realización se refieren a interrogar (definido como catalogar y/o acceder) a una etiqueta RFID que usa múltiples lectores RFID de haz sintetizado. Un primer lector de haz sintetizado sintetiza un primer haz para catalogar una etiqueta en una determinada ubicación física. Un segundo lector de haz sintetizado sintetiza simultáneamente un segundo haz hacia la misma ubicación física para "aumentar" o mejorar la probabilidad o la realización de la interrogación. A diferencia de los sistemas de radar que interrogan objetos remotos, las etiquetas RFID extraen energía de la onda de interrogación y modulan la reflectancia de su antena para generar una señal de retro-difusión. Aún más, a diferencia de los sistemas de radar, algunas etiquetas RFID pueden extraer energía de una onda transmitida por un lector incluso cuando responden a una señal de interrogación en la onda transmitida por otro. En estas formas de realización, el primer lector transmitirá comandos a, y recibirá respuestas de, la etiqueta, mientras que el segundo transmitirá una onda no modulada o mínimamente modulada a la etiqueta para aumentar la energía extraída por la etiqueta y de este modo ampliar su rango de interrogación.

Por supuesto, los expertos en la técnica reconocerán muchas variantes posibles en el escenario de dos lectores descrito anteriormente. Como un ejemplo, el primer lector puede transmitir comandos, el segundo lector puede transmitir energía, y el segundo lector (más que el primero) puede recibir las respuestas de la etiqueta. Como otro ejemplo, el primer lector puede transmitir comandos a, y recibir respuestas de, la etiqueta, mientras que el segundo y tercer (o quizás incluso más) lectores RFID suministran energía a la etiqueta. Como otro ejemplo más, tanto el primer lector RFID como el segundo pueden transmitir el mismo comando a la etiqueta, entregando de este modo tanto una señal de comando más fuerte y más energía a la etiqueta. En el documento US 2009/0309704 A1, se describe un sistema y procedimiento para gestionar el consumo de energía por parte de un lector RFID.

Además, el documento WO2003/061060 divulga la catalogación de RFID usando un lector con dos bucles de antena, estando adaptado al menos uno de ellos para emitir continuamente un haz de RF no modulada.

Formas de realización se refieren a procedimientos para orientar al menos dos lectores RFID de haz sintetizado para que apunten a una ubicación física común para catalogar una etiqueta RFID. Dichos procedimientos pueden incluir un lector de haz sintetizado que actúa como maestro y orienta otros lectores para que apunten a la ubicación, comunicaciones punto a punto entre los lectores RFID de haz sintetizado para indicar la ubicación, o un controlador que orienta a los lectores RFID de haz sintetizado para apuntar a la ubicación. La orientación puede incluir elegir la ubicación física, la forma del haz, la duración de la interrogación, las frecuencias de transmisión de los diversos lectores RFID de haz sintetizado, qué lector(es) está enviando comandos y qué lector(es) está enviando energía de RF, los comandos a transmitir, parámetros de comando (tales como velocidad de datos, formato de modulación, frecuencia de respuesta, y otros parámetros de comunicación como será bien conocido por los expertos en la técnica), qué lectores reciben la respuesta de la etiqueta, la polarización de los haces de transmisión y recepción, la potencia de transmisión y la sensibilidad de recepción.

Formas de realización también se refieren a técnicas para hacer seguimiento o rastreo de una etiqueta RFID utilizando lectores RFID de haz sintetizado, que incluyen el uso de comandos de actualización de la etiqueta para segmentar las subpoblaciones de etiquetas RFID y con ello evaluar o predecir el movimiento de la etiqueta dentro de un contexto de etiquetas estacionarias.

Estas y otras características y ventajas serán evidentes a partir de una lectura de la siguiente descripción detallada y una revisión de los dibujos asociados. Se debe entender que tanto la descripción general anterior como la siguiente descripción detallada son solo explicativas y no son restrictivas de los aspectos según se reivindican.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La siguiente descripción detallada se realiza con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 es un diagrama de bloques de los componentes de un sistema RFID.

La figura 2 es un diagrama que muestra los componentes de una etiqueta RFID pasiva, tal como una etiqueta que se puede utilizar en el sistema de la figura 1.

La figura 3 es un diagrama conceptual para explicar un modo de comunicación semi-dúplex entre los componentes del sistema RFID de la figura 1.

Formas de realización se refieren a procedimientos para orientar al menos dos lectores RFID de haz sintetizado para que apunten a una ubicación física común para catalogar una etiqueta RFID. Dichos procedimientos pueden incluir un lector de haz sintetizado que actúa como maestro y orientar otros lectores para que apunten a la ubicación, comunicaciones punto a punto entre los lectores RFID de haz sintetizado para indicar la ubicación, o un controlador que orienta a los lectores RFID de haz sintetizado para que apunten a la ubicación. La orientación puede incluir elegir la ubicación física, la forma del haz, la duración de la interrogación, las frecuencias de transmisión de los diversos lectores RFID de haz sintetizado, qué lector(es) está enviando comandos y qué lector(es) está enviando energía de RF, los comandos a transmitir, parámetros de comando (tales como velocidad de datos, formato de modulación, frecuencia de respuesta, y otros parámetros de comunicación como será bien conocido por los expertos en la técnica), qué lectores reciben la respuesta de la etiqueta, la polarización de los haces de transmisión y recepción, la potencia de transmisión y la sensibilidad de recepción.

Formas de realización también se refieren a técnicas para hacer seguimiento de una etiqueta RFID utilizando lectores RFID de haz sintetizado, que incluyen el uso de comandos de actualización de la etiqueta para segmentar las subpoblaciones de etiquetas RFID y con ello evaluar o predecir el movimiento de la etiqueta dentro de un contexto de etiquetas estacionarias.

Estas y otras características y ventajas serán evidentes a partir de una lectura de la siguiente descripción detallada y una revisión de los dibujos asociados. Se debe entender que tanto la descripción general anterior como la siguiente descripción detallada son solo explicativas y no son restrictivas de los aspectos según se reivindican.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La siguiente descripción detallada se realiza con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 es un diagrama de bloques de los componentes de un sistema RFID.

La figura 2 es un diagrama que muestra los componentes de una etiqueta RFID pasiva, tal como una etiqueta que se puede utilizar en el sistema de la figura 1.

La figura 3 es un diagrama conceptual para explicar un modo de comunicación semi-dúplex entre los componentes del sistema RFID de la figura 1.

La figura 4 es un diagrama de bloques que muestra un detalle de un circuito integrado de RFID.

La figura 5A y 5B ilustran trayectorias de señal durante comunicaciones de etiqueta a lector y de lector a etiqueta en el diagrama de bloques de la figura 4.

La figura 6 es un diagrama de bloques de un sistema lector RFID completo de acuerdo con formas de realización.

La figura 7 es un diagrama de bloques que ilustra una arquitectura general de un sistema RFID de acuerdo con formas de realización.

La figura 8 representa una matriz de antenas de elementos discretos según formas de realización.

Las figuras 9A y 9B representan la matriz de antenas de la figura 8 sintetizando un haz en diferentes direcciones físicas, de acuerdo con formas de realización.

La figura 10 representa algunas de las posibles ubicaciones de haz que se pueden sintetizar por medio de la matriz de antenas de la figura 8, de acuerdo con formas de realización.

La figura 11 representa la energía del haz irradiado como una función del ángulo del haz para un subconjunto de los haces potenciales de la matriz de antenas de la figura 8.

La figura 12 representa una etiqueta RFID situada en el subconjunto de los haces potenciales de la figura 11.

La figura 13 representa cómo se puede determinar la ubicación de la etiqueta RFID de la figura 12 usando la sensibilidad de la etiqueta y la potencia del haz irradiado.

La figura 14 representa cómo se puede determinar la ubicación de una etiqueta usando múltiples haces.

La figura 15 representa haces con formas de haz no circulares formadas por un lector de haz sintetizado de acuerdo con formas de realización.

La figura 16 representa haces con lóbulos laterales formados por un lector de haz sintetizado de acuerdo con formas de realización.

La figura 17 representa cómo se pueden usar variaciones basadas en la frecuencia de la potencia del haz para determinar la ubicación de la etiqueta.

La figura 18 representa un proceso para determinar la ubicación de la etiqueta contando lecturas de la etiqueta de un lector de haz sintetizado.

La figura 19 representa el rango efectivo de catalogación de etiquetas de un lector de haz sintetizado de acuerdo con formas de realización.

La figura 20 representa cómo se puede aumentar el rango efectivo de catalogación de etiquetas del lector de haz sintetizado usando otro lector de haz sintetizado de acuerdo con formas de realización.

La figura 21 representa cómo múltiples lectores de haz sintetizado pueden cooperar para comunicarse con una población de etiquetas de acuerdo con formas de realización.

La figura 22 representa procedimientos para controlar múltiples lectores de haz sintetizado de acuerdo con formas de realización.

La figura 23 representa un proceso para usar lectores de haz sintetizado en cooperación para mejorar el rango de catalogación de etiquetas según formas de realización.

La figura 24 es un diagrama que muestra los efectos de una actualización de difusión en parámetros físicos de indicador de etiqueta en función del tiempo, de acuerdo con formas de realización;

La figura 25 es un diagrama conceptual que muestra un proceso de catalogación ilustrativo sin actualización de difusión de acuerdo con formas de realización;

La figura 26 es un diagrama conceptual que muestra un proceso de catalogación ilustrativo con actualización de difusión según formas de realización;

La figura 27 es un diagrama conceptual que muestra vistas laterales de un lector de haz sintetizado en diferentes etapas de un proceso de seguimiento del movimiento de etiquetas según formas de realización.

La figura 28 representa un diagrama de temporización para un proceso de seguimiento de etiqueta con comandos de actualización de etiquetas de acuerdo con formas de realización.

La figura 29 es un diagrama de flujo de un proceso de seguimiento de etiquetas según formas de realización.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

En la siguiente descripción detallada, se hace referencia a los dibujos adjuntos que forman parte de la misma, y en los que se muestran a modo de ilustración formas de realización o ejemplos específicos. Estas formas de realización o ejemplos se pueden combinar, se pueden utilizar otros aspectos y se pueden realizar cambios estructurales sin apartarse del alcance de la presente descripción. Por lo tanto, la siguiente descripción detallada no debe tomarse en un sentido limitativo, y el alcance de la presente invención está definido por las reivindicaciones adjuntas y sus equivalentes.

Como se usa en el presente documento, una "memoria" es una de entre una ROM, RAM, SRAM, DRAM, NVM, EEPROM, FLASH, Fuse, MRAM, FRAM y otras tecnologías similares de almacenamiento de información como conocerán los expertos en la materia. Algunas partes de la memoria pueden ser grabables y otras no. Un "Comando" se refiere a una solicitud de un lector para que una o más etiquetas realicen una o más acciones, e incluye una o más instrucciones. Una "Instrucción" se refiere a una solicitud a una etiqueta para que realice una acción (por ejemplo, escribir datos en la memoria). Un "Programa" se refiere a una solicitud a una etiqueta para que realice un conjunto o secuencia de instrucciones (por ejemplo, leer un valor de la memoria y, si el valor leído es inferior a un umbral, bloquear una palabra de memoria). Un "Protocolo" se refiere a un estándar industrial para las

comunicaciones entre un lector y una etiqueta (y vice versa), tal como el protocolo RFID UHF Clase-1 Generación-2 para comunicaciones a 860 MHz - 960 MHz de *GS1 EPCglobal, Inc.* ("*Gen2 Specification*"), versiones 1.2.0 y 2.0.0.

La figura 1 es un diagrama de los componentes de un sistema RFID típico 100, que incorpora formas de realización.

- 5 Un lector RFID 110 transmite una señal de RF de interrogación 112. La etiqueta RFID 120 en la proximidad del lector RFID 110 detecta la señal de RF de interrogación 112 y genera una señal 126 en respuesta. El lector RFID 110 detecta e interpreta la señal 126. Las señales 112 y 126 pueden incluir ondas de RF y/o señales de RF no propagadas (por ejemplo, señales de campo cercano reactivas).
- 10 El lector 110 y la etiqueta 120 se comunican a través de las señales 112 y 126, que son ondas moduladas en amplitud y/o fase. Al comunicarse, cada uno codifica, modula y transmite datos al otro, y cada uno recibe, de-modula y decodifica los datos del otro. Los datos se pueden modular en y desmodular a partir de ondas de RF, tal como para las señales 112 y 126. Las ondas de RF normalmente están en un rango adecuado de frecuencias, tal como aquellas cercanas a 900 MHz, 13,56 MHz, etc.
- 15 La comunicación entre el lector y la etiqueta utiliza símbolos, también llamados símbolos RFID. Un símbolo puede ser un delimitador, un valor de calibración, etc. Se pueden implementar símbolos para intercambiar datos binarios, tal como "0" y "1", si se desea. Cuando el lector 110 y la etiqueta 120 procesan los símbolos, se pueden tratar como valores, números, etc.
- 20 La etiqueta 120 puede ser una etiqueta pasiva, o una etiqueta activa o asistida por batería (es decir, una etiqueta que tiene su propia fuente de alimentación). Cuando la etiqueta 120 es una etiqueta pasiva, se alimenta a partir de la señal 112.
- 25 La figura 2 es un diagrama de una etiqueta RFID 220, que puede funcionar como la etiqueta 120 de la figura 1. La etiqueta 220 está dibujada como una etiqueta pasiva, lo que significa que no tiene su propia fuente de alimentación. Gran parte de lo que se describe en este documento, sin embargo, también aplica a las etiquetas activas y asistidas por batería.
- 30 La etiqueta 220 se forma normalmente (aunque no necesariamente) en una inserción sustancialmente plana 222, que se puede realizar de muchas maneras conocidas en la técnica. La etiqueta 220 incluye un circuito que se puede implementar como un circuito integrado 224. En algunas formas de realización, el circuito integrado 224 se implementa en una tecnología de semiconductor de óxido de metal complementario (CMOS). En otras formas de realización, el circuito integrado 224 se puede implementar en otras tecnologías tales como la tecnología de transistor de unión bipolar (BJT), tecnología de transistor de efecto de campo de metal semiconductor (MESFET) y otras, como será bien conocido por los expertos en la técnica. El circuito integrado 224 está dispuesto en la inserción 222.
- 40 La etiqueta 220 también incluye una antena para intercambiar señales inalámbricas con su entorno. La antena a menudo es plana y está acoplada a la inserción 222. El circuito integrado 224 está acoplado eléctricamente a la antena a través de contactos de circuito integrado adecuados (no mostrados en la figura 2). El término "acoplado eléctricamente" según se usa en el presente documento significa que existe un recorrido de baja impedancia entre los componentes eléctricamente acoplados, y puede significar la presencia de una conexión eléctrica directa o una conexión que incluye uno o más bloques, elementos o dispositivos que intervienen en el circuito. La parte "eléctrica" del término "acoplado eléctricamente" según se usa en este documento significará un acoplamiento que es uno o más de entre un acoplamiento óhmico/galvánico, capacitivo y/o inductivo. De forma similar, el término "aislado eléctricamente" según se usa en el presente documento significa que no hay acoplamiento eléctrico de uno o más tipos (por ejemplo, galvánico, capacitivo y/o inductivo), al menos en la medida de lo posible. Por ejemplo, los elementos que están aislados eléctricamente entre sí están aislados galvánicamente entre sí, están aislados capacitivamente entre sí y/o están aislados inductivamente entre sí. Por supuesto, los componentes aislados eléctricamente tendrán, en general, algún acoplamiento parásito capacitivo o inductivo inevitable entre ellos, pero la intención del aislamiento es minimizar este acoplamiento parásito a un nivel insignificante en comparación con un recorrido acoplado eléctricamente.
- 50 El circuito integrado 224 se muestra con un único puerto de antena, que comprende dos contactos de circuito integrado acoplados eléctricamente a dos segmentos de antena 226 y 228 que se muestran formando un dipolo. Son posibles muchas otras formas de realización usando cualquier cantidad de puertos, contactos, antenas y/o segmentos de antena.
- 55 El diagrama 250 representa unas vistas superior y lateral de la etiqueta 252, formada usando una tira. La etiqueta 252 difiere de la etiqueta 220 en que incluye un sustrato de tira sustancialmente plano 254 que tiene unos contactos de tira 256 y 258. El circuito integrado 224 está montado en el sustrato de tira 254 de manera que los contactos de circuito integrado del circuito integrado 224 se acoplan eléctricamente a los contactos de tira 256 y 258 a través de

conexiones adecuadas (no mostradas). El sustrato de tira 254 se coloca entonces en la inserción 222 de tal manera que los contactos de tira 256 y 258 se acoplan eléctricamente a los segmentos de antena 226 y 228. El sustrato de tira 254 se puede fijar en la inserción 222 mediante presión, una capa de interfaz, uno o más adhesivos o cualquier medio adecuado.

5

El diagrama 260 representa una vista lateral de una manera alternativa de colocar el sustrato de tira 254 en la inserción 222. En lugar de la superficie del sustrato de tira 254, que incluye contactos de tira 256/258, enfrentada con la superficie de la inserción 222, el sustrato de tira 254 es colocado con sus contactos de tira 256/258 no enfrentados con la superficie de la inserción 222. Los contactos de tira 256/258 pueden entonces ser acoplados
10 capacitivamente a los segmentos de antena 226/228 a través del sustrato de tira 254, o acoplados de forma conductiva usando una vía pasante que se puede formar por medio de contactos de tira encastrables 256/258 a los segmentos de antena 226/228. En algunas formas de realización, las posiciones del sustrato de tira 254 y la inserción 222 pueden invertirse, con el sustrato de tira 254 montado debajo del sustrato de tira 222 y los contactos de tira 256/258 acoplados eléctricamente a los segmentos de antena 226/228 a través de la inserción 222. Por
15 supuesto, en otras formas de realización los contactos de tira 256/258 se pueden acoplar eléctricamente a los segmentos de antena 226/228 a través de la inserción 222 y el sustrato de tira 254.

En funcionamiento, la antena recibe una señal y la comunica al circuito integrado 224, que a la vez extrae la energía y responde en caso necesario, en base a la señal entrante y el estado interno del circuito integrado. Si el circuito
20 integrado 224 usa modulación de retro-difusión, entonces responde modulando la reflectancia de la antena, lo que genera la señal de respuesta 126 a partir de la señal 112 transmitida por el lector. Acoplando y desacoplando eléctricamente los contactos de circuito integrado 224 de la antena se puede modular la reflectancia de la antena, al igual que variar la admitancia de un elemento de circuito conectado en derivación que está acoplado a los contactos de la antena. La variación de la impedancia de un elemento de circuito conectado en serie es otro medio para
25 modular la reflectancia de la antena.

En las formas de realización de la figura 2, los segmentos de antena 226 y 228 están separados del circuito integrado 224. En otras formas de realización, los segmentos de antena se pueden formar alternativamente en el circuito integrado 224. Las antenas de etiqueta según formas de realización se pueden diseñar en cualquier forma y
30 no están limitadas a dipolos. Por ejemplo, la antena de etiqueta puede ser una antena plana, de ranura, de bucle, de bobina, de bocina, de espiral, mono-polo, micro-tira, línea de tira o cualquier otra antena adecuada.

Los componentes del sistema RFID de la figura 1 pueden comunicarse entre sí en cualquier número de modos. Uno de esos modos se llama dúplex completo. Otro de estos modos se llama semi-dúplex, y se describe a continuación.

35

La figura 3 es un diagrama conceptual 300 para explicar las comunicaciones semi-dúplex entre los componentes del sistema RFID de la figura 1, en este caso con la etiqueta 120 implementada como la etiqueta pasiva 220 de la figura 2. La explicación hace referencia a un eje TIEMPO, y también a una metáfora humana de "hablar" y "escuchar". Ahora se describen implementaciones técnicas reales para "hablar" y "escuchar".

40

El lector RFID 110 y la etiqueta RFID 120 hablan y se escuchan entre ellos turnándose. Como se ve en el eje TIEMPO, cuando el lector 110 habla a la etiqueta 120, la sesión de comunicación se designa como "L → E", y cuando la etiqueta 120 habla al lector 110, la sesión de comunicación se designa como "E → L". A lo largo del eje TIEMPO, se produce una sesión de comunicación L → E de muestra durante un intervalo de tiempo 312, y se
45 produce una siguiente sesión de comunicación E → L de muestra durante un intervalo de tiempo 326. Por supuesto, el intervalo 312 es normalmente de una duración diferente al intervalo 326 - las duraciones se muestran aproximadamente iguales solo con fines de ilustración.

Según los bloques 332 y 336, el lector RFID 110 habla durante el intervalo 312 y escucha durante el intervalo 326. Según los bloques 342 y 346, la etiqueta RFID 120 escucha mientras el lector 110 habla (durante el intervalo 312), y habla mientras el lector 110 escucha (durante el intervalo 326).

En términos de comportamiento real, durante el intervalo 312, el lector 110 habla a la etiqueta 120 de la siguiente manera. De acuerdo con el bloque 352, el lector 110 transmite la señal 112, que es una señal de RF modulada
55 según se describe en la figura 1. Al mismo tiempo, de acuerdo con el bloque 362, la etiqueta 120 recibe la señal 112 y la procesa para extraer datos, etc. Mientras tanto, de acuerdo con el bloque 372, la etiqueta 120 no retro-difunde con su antena, y de acuerdo con el bloque 382, el lector 110 no tiene señal a recibir procedente de la etiqueta 120.

Durante el intervalo 326, la etiqueta 120 habla al lector 110 de la siguiente manera. De acuerdo con el bloque 356, el
60 lector 110 transmite una señal de onda continua (CW – *continuous wave*), que se puede considerar como una señal de RF portadora que normalmente no es modulada en amplitud o modulada en fase y, por lo tanto, no codifica información. Esta señal de onda continua sirve para transferir energía a la etiqueta 120 para sus propias necesidades de energía interna, y también como un portador que la etiqueta 120 puede modular con su retro-

difusión. De hecho, durante el intervalo 326, de acuerdo con el bloque 366, la etiqueta 120 no recibe una señal para su procesamiento. En cambio, de acuerdo con el bloque 376, la etiqueta 120 modula la onda continua emitida de acuerdo con el bloque 356 para generar la señal de retro-difusión 126. De forma concurrente, de acuerdo con el bloque 386, el lector 110 recibe la señal de retro-difusión 126 y la procesa.

5

La figura 4 es un diagrama de bloques que muestra un detalle de un circuito integrado de RFID, tal como el circuito integrado 224 de la figura 2. El circuito eléctrico 424 de la figura 4 se puede formar en un circuito integrado de una etiqueta RFID, tal como la etiqueta 220 de la figura 2. El circuito 424 tiene una cantidad de componentes principales que se describen en este documento. El circuito 424 puede tener una cantidad de componentes adicionales a partir de lo que se muestra y describe, o diferentes componentes, en función de la implementación exacta.

10

El circuito 424 muestra dos contactos de circuito integrado 432 y 433 adecuados para acoplarse a segmentos de antena tales como los segmentos 226/228 de la etiqueta RFID 220 de la figura 2. Cuando dos contactos de circuito integrado forman la entrada de señal procedente de y el retorno de la señal a una antena, a menudo se denominan puerto de la antena. Los contactos de circuito integrado 432 y 433 pueden estar hechos de cualquier manera adecuada, tal como con almohadillas metálicas, etc. En algunas formas de realización, el circuito 424 usa más de dos contactos, especialmente cuando la etiqueta 220 tiene más de un puerto de antena y/o más de una antena.

15

El circuito 424 incluye la sección de enrutamiento de señal 435 que puede incluir cableado de señal, buses de enrutamiento de señal, conmutadores de recepción/transmisión que pueden encaminar selectivamente una señal, etc. En algunas formas de realización, el circuito 424 incluye condensadores 436 y/o 438 opcionales. Si están presentes, los condensadores 436/438 conectan capacitivamente los contactos de circuito integrado 432/433 a la sección de enrutamiento de la señal 435, que a su vez se acopla eléctricamente a otros componentes del circuito 424 descritos a continuación. Este acoplamiento capacitivo hace que los contactos del circuito integrado 432/433 se desacoplen galvánicamente de la sección de enrutamiento de la señal 435 y otros componentes del circuito.

20

25

El acoplamiento capacitivo (y el desacoplamiento galvánico resultante) entre los contactos del circuito integrado 432 y/o 433 y los componentes del circuito 424 es deseable en ciertas situaciones. Por ejemplo, en algunas formas de realización de etiquetas RFID, los contactos del circuito integrado 432 y 433 se pueden conectar galvánicamente a los terminales de un circuito de sintonización de la etiqueta. En esta situación, los condensadores 436 y/o 438 se desacoplan galvánicamente del contacto del circuito integrado 432 del contacto del circuito integrado 433, evitando de ese modo la formación de un cortocircuito entre los contactos del circuito integrado a través del circuito de sintonización.

30

Los condensadores 436/438 se pueden implementar dentro del circuito 424 y/o al menos parcialmente externos al circuito 424. Por ejemplo, una capa dieléctrica o aislante en la superficie del circuito que contiene el circuito integrado 424 puede servir como dieléctrico en el condensador 436 y/o el condensador 438. Como otro ejemplo, una capa dieléctrica o aislante en la superficie de un sustrato de etiqueta (por ejemplo, la inserción 222 o el sustrato de tira 254) puede servir como dieléctrico en los condensadores 436/438. Capas metálicas o conductoras situadas en ambos lados de la capa dieléctrica (es decir, entre la capa dieléctrica y el circuito integrado y entre la capa dieléctrica y el sustrato de etiqueta) pueden servir entonces como terminales de los condensadores 436/438. Las capas conductoras pueden incluir contactos de circuito integrado (por ejemplo, los contactos del circuito integrado 432/433), segmentos de antena (por ejemplo, los segmentos de antena 226/228), o cualquier otra capa conductora adecuada.

35

40

El circuito 424 también incluye un rectificador y una unidad de gestión de energía (PMU – *power management unit*) 441 que recolecta energía de la señal de RF recibida por la antena para alimentar los circuitos del circuito integrado 424 durante una o ambas sesiones de lector a etiqueta (L → E) y de etiqueta a lector (E → L). El rectificador y la unidad de gestión de energía 441 se pueden implementar de cualquier manera conocida en la técnica.

45

El circuito 424 incluye además un de-modulador 442 que desmodula la señal de RF recibida a través de los contactos del circuito integrado 432, 433. El de-modulador 442 se puede implementar de cualquier manera conocida en la técnica, por ejemplo incluyendo un cortador (*slicer*), un amplificador, etc.

50

El circuito 424 incluye además un bloque de procesamiento 444 que recibe la salida del de-modulador 442 y realiza operaciones tales como descodificación de comandos, interacción (*interfacing*) con la memoria, etc. Además, el bloque de procesamiento 444 puede generar una señal de salida para su transmisión. El bloque de procesamiento 444 se puede implementar de cualquier manera conocida en la técnica, por ejemplo por medio de combinaciones de uno o más de entre un procesador, memoria, decodificador, codificador, etc.

55

El circuito 424 incluye además un modulador 446 que modula una señal de salida generada por el bloque de procesamiento 444. La señal modulada es transmitida controlando los contactos de circuito integrado 432, 433, y por lo tanto controlando la carga presentada por el segmento o segmentos de antena acoplados. El modulador 446 se

60

puede implementar de cualquier manera conocida en la técnica, por ejemplo incluyendo un conmutador, controlador, amplificador, etc.

En una forma de realización, el de-modulador 442 y el modulador 446 pueden ser combinados en un único circuito transceptor. En otra realización, el modulador 446 puede modular una señal usando una retro-difusión. En otra realización, el modulador 446 puede incluir un transmisor activo. En aún otras formas de realización, el de-modulador 442 y el modulador 446 pueden ser parte del bloque de procesamiento 444.

El circuito 424 incluye además una memoria 450 para almacenar datos 452. Al menos una parte de la memoria 450 se implementa preferiblemente como una memoria no volátil (NVM – *non-volatile memory*), lo que significa que los datos 452 son retenidos incluso cuando el circuito 424 no tiene energía, tal como es frecuentemente el caso de una etiqueta RFID pasiva.

En algunas formas de realización, particularmente en aquellas con más de un puerto de antena, el circuito 424 puede contener múltiples de-moduladores, rectificadores, unidades de gestión de energía, moduladores, bloques de procesamiento y/o memorias.

En términos de procesar una señal, el circuito 424 funciona de manera diferente durante una sesión $L \rightarrow E$ y una sesión $E \rightarrow L$. Las diferentes operaciones se describen a continuación, en este caso con el circuito 424 que representa un circuito integrado de una etiqueta RFID.

La figura 5A muestra la versión 524-A de componentes del circuito 424 de la figura 4, modificado además para enfatizar una operación de señal durante una sesión $L \rightarrow E$ durante el intervalo de tiempo 312 de la figura 3. El de-modulador 442 de-modula una señal de RF recibida procedente de los contactos del circuito integrado 432, 433. La señal de-modulada es proporcionada al bloque de procesamiento 444 como C_IN . En una forma de realización, la C_IN puede incluir una secuencia de símbolos recibida.

La versión 524-A muestra como relativamente ocultos aquellos componentes que no juegan un papel en el procesamiento de una señal durante una sesión $L \rightarrow E$. El rectificador y la unidad de gestión de energía 441 pueden estar activos, tal como para convertir energía de RF. El modulador 446 generalmente no transmite durante una sesión $L \rightarrow E$, y normalmente no interactúa significativamente con la señal de RF recibida, ya sea porque la acción de conmutación en la sección 435 de la figura 4 desacopla el modulador 446 de la señal de RF, o porque el modulador 446 es diseñado para que tenga una impedancia adecuada, etc.

Aunque el modulador 446 normalmente está inactivo durante una sesión $L \rightarrow E$, no tiene por qué ser así. Por ejemplo, durante una sesión $L \rightarrow E$, el modulador 446 podría ajustar sus propios parámetros para la operación en una sesión futura, etc.

La figura 5B muestra la versión 524-B de los componentes del circuito 424 de la figura 4, modificada además para enfatizar una operación de señal durante una sesión $E \rightarrow L$ durante el intervalo de tiempo 326 de la figura 3. El bloque de procesamiento 444 emite una señal C_OUT . En una forma de realización, la C_OUT puede incluir una secuencia de símbolos para su transmisión. Luego, el modulador 446 modula la C_OUT y la proporciona a los segmentos de antena tales como los segmentos 226/228 de la etiqueta RFID 220 a través de los contactos de circuito integrado 432, 433.

La versión 524-B muestra como relativamente ocultos aquellos componentes que no juegan un papel en el procesamiento de una señal durante una sesión $E \rightarrow L$. El rectificador y la unidad de gestión de energía 441 pueden estar activos, tal como para convertir energía de RF. El de-modulador 442 generalmente no recibe durante una sesión $E \rightarrow L$, y normalmente no interactúa significativamente con la señal de RF transmitida, ya sea porque la acción de conmutación en la sección 435 de la figura 4 desacopla el de-modulador 442 de la señal de RF, o porque el de-modulador 442 está diseñado para que tenga una impedancia adecuada, etc.

Aunque el de-modulador 442 está normalmente inactivo durante una sesión $E \rightarrow L$, no es necesario que sea así. Por ejemplo, durante una sesión $E \rightarrow L$, el de-modulador 442 podría ajustar sus propios parámetros para la operación de una sesión futura, etc.

En formas de realización típicas, el de-modulador 442 y el modulador 446 son operables para de-modular y modular señales de acuerdo con un protocolo. Un protocolo es una especificación o estándar de la industria, tal como la especificación Gen2 descrita anteriormente, que define maneras específicas de señalización entre el lector y las etiquetas. Un protocolo define, en parte, codificaciones de símbolos, y puede incluir un conjunto de modulaciones, velocidades, tiempos o cualquier otro parámetro asociado con las comunicaciones de datos.

Además, un protocolo puede ser una variante de una especificación establecida tal como la Especificación Gen2, que incluye, por ejemplo, menos comandos o comandos adicionales que las llamadas de especificación indicadas, etc. En dichos casos, hay comandos adicionales que a veces se llaman comandos personalizados. En formas de realización en las que el circuito 424 incluye múltiples de-moduladores y/o moduladores, cada uno se puede configurar para soportar diferentes protocolos o diferentes conjuntos de protocolos.

La figura 6 es un diagrama de bloques de un sistema lector RFID 600 completo de acuerdo con formas de realización. El sistema 600 incluye un bloque local 610, y opcionalmente componentes remotos 670. El bloque local 610 y los componentes remotos 670 se pueden implementar de muchas formas. Se reconocerá que el lector 110 de la figura 1 es lo mismo que el bloque local 610, si no se proporcionan componentes remotos 670. Alternativamente, en lugar de ello, el lector 110 puede ser implementado por el sistema 600, del cual solo se muestra el bloque local 610 en la figura 1.

El bloque local 610 es responsable de comunicarse con las etiquetas. El bloque local 610 incluye un bloque 651 de una antena y un controlador de la antena para comunicarse con las etiquetas. Algunos lectores, tal como el que se muestra en el bloque local 610, contienen una sola antena y un controlador. Algunos lectores contienen múltiples antenas y controladores y un procedimiento para conmutar señales entre ellos, incluyendo a veces el uso de diferentes antenas para transmitir y recibir. Y algunos lectores contienen múltiples antenas y controladores que pueden operar simultáneamente. Un bloque de-modulador/descodificador 653 de-modula y decodifica las ondas retro-dispersadas recibidas procedentes de las etiquetas a través del bloque de antena 651. El bloque modulador/codificador 654 codifica y modula las ondas de RF que deben transmitirse a las etiquetas a través del bloque de antena/controlador 651.

El bloque local 610 incluye además un procesador local 656 opcional. El procesador local 656 se puede implementar de cualquier número de formas conocidas en la técnica. Dichas formas incluyen, a modo de ejemplos y no de limitaciones, procesadores digitales y/o analógicos tales como microprocesadores y procesadores de señal digital (DSP); controladores tales como microcontroladores; software que se ejecuta en una máquina, tal como un ordenador de propósito general; circuitos programables tales como matrices de puertas programables de campo (FPGA), matrices analógicas programables de campo (FPAA), dispositivos lógicos programables (PLD), circuitos integrados de aplicación específica (ASIC), cualquier combinación de uno o más de los mismos; etc. En algunos casos, parte o la totalidad de la función de descodificación en el bloque 653, la función de codificación en el bloque 654, o ambas, pueden ser realizadas por el procesador local 656 en vez de lo anterior. En algunos casos, el procesador local 656 puede implementar una función de cifrado o autorización; en algunos casos, una o más de estas funciones se pueden distribuir entre otros bloques, tal como el bloque de codificación 654, o se pueden incorporar por completo en otro bloque.

El bloque local 610 incluye además una memoria local opcional 657. La memoria local 457 se puede implementar en cualquier número de formas conocidas en la técnica, que incluyen, a modo de ejemplo y no de limitación, cualquiera de los tipos de memoria descritos anteriormente, así como también cualquier combinación de los mismos. La memoria local 657 se puede implementar por separado del procesador local 656, o en un circuito integrado con el procesador local 656, con o sin otros componentes. La memoria local 657, si es proporcionada, puede almacenar programas para que sean ejecutados por el procesador local 656, si es necesario.

En algunas formas de realización, la memoria local 657 almacena datos leídos de las etiquetas, o datos a escribir en las etiquetas, tales como códigos electrónicos de productos (EPC), identificadores de etiquetas (TID), claves, códigos hash y otros datos. La memoria local 657 también puede incluir datos de referencia para su comparación con códigos electrónicos de productos, instrucciones y/o reglas sobre cómo codificar comandos para las etiquetas, modos de controlar la antena 651, etc. En algunas de estas formas de realización, la memoria local 657 se proporciona como una base de datos.

Algunos componentes del bloque local 610 normalmente tratan los datos como analógicos, tales como el bloque de antena/controlador 651. Otros componentes, tal como la memoria local 657 que normalmente trata los datos como digitales. En algún instante hay una conversión entre analógico y digital. Según dónde se produzca esta conversión, un lector completo se puede caracterizar como "analógico" o "digital", pero la mayoría de los lectores contienen una combinación de funcionalidad analógica y digital.

Si realmente se proporcionan componentes remotos 670, éstos se acoplan al bloque local 610 a través de una red de comunicaciones electrónicas 680. La red 680 puede ser una red de área local (LAN), una red de área metropolitana (MAN), una red de área extensa (WAN), una red de redes como Internet o un simple enlace de comunicación local, tal como un USB, PCI, etc. El bloque local 610 puede incluir una conexión de red local 659 para comunicarse con la red 680. Las comunicaciones en la red pueden ser seguras, tal como si están encriptadas o físicamente protegidas, o inseguras si no están encriptadas o protegidas de otra manera.

Puede haber uno o más componente(s) remoto(s) 670. Si hay más de uno, pueden estar ubicados en la misma ubicación, o en diferentes ubicaciones. Pueden acceder entre sí y al bloque local 610 a través de la red de comunicaciones 680, o a través de otras redes similares, etc. En consecuencia, el (los) componente(s) remoto(s) 670 pueden usar respectivas conexiones de red remotas. Solamente se muestra una de dichas conexiones de red remotas 679, que es similar a la conexión de red local 659, etc.

El (los) componente(s) remoto(s) 670 también pueden incluir un procesador remoto 676. El procesador remoto 676 se puede realizar de cualquier manera conocida en la técnica, tal como se ha descrito con referencia al procesador local 656.

El (los) componente(s) remoto(s) 670 también pueden incluir una memoria remota 677. La memoria remota 677 se puede realizar de cualquier manera conocida en la técnica, tal como se ha descrito con referencia a la memoria local 657. La memoria remota 677 puede incluir una base de datos local, y una base de datos diferente de una organización de estándares, tal como una que pueda referenciar a códigos electrónicos de productos. La memoria remota 677 también puede contener información asociada con comandos, perfiles de etiquetas, claves, o similares, de forma similar a la memoria local 657.

De los elementos descritos anteriormente, es ventajoso considerar una combinación de dichos componentes, designado como bloque de procesamiento operativo 690. El bloque de procesamiento operativo 690 incluye aquellos componentes que se proporcionan de entre los siguientes: procesador local 656, procesador remoto 676, conexión de red local 659, conexión de red remota 679 y, por extensión, una parte aplicable de la red de comunicaciones 680 que conecta la conexión de red remota 659 con la conexión de red local 679. Dicha parte puede ser dinámicamente cambiante, etc. Además, el bloque de procesamiento operativo 690 puede recibir y decodificar ondas de RF recibidas a través del controlador de antena 651, y hacer que el controlador de antena 651 transmita ondas de RF de acuerdo con lo que ha procesado.

El bloque de procesamiento operativo 690 incluye el procesador local 656 o el procesador remoto 676, o ambos. Si se proporcionan ambos bloques, el procesador remoto 676 se puede realizar de modo que funcione de una manera complementaria con la del procesador local 656. De hecho, los dos pueden cooperar. Se apreciará que el bloque de procesamiento operativo 690, tal como se define de esta manera, está en comunicación con la memoria local 657 y la memoria remota 677, si ambas están presentes.

En consecuencia, el bloque de procesamiento operativo 690 es agnóstico con respecto a la ubicación, en que sus funciones pueden ser implementadas ya sea por procesador local 656, por el procesador remoto 676, o por una combinación de ambos. Algunas de estas funciones son implementadas preferiblemente por el procesador local 656, y algunas por el procesador remoto 676. El bloque de procesamiento operativo 690 accede a la memoria local 657 o a la memoria remota 677, o a ambas para almacenar y/o recuperar datos.

El sistema lector RFID 600 funciona a través del bloque de procesamiento operativo 690 que genera comunicaciones para las etiquetas RFID. Estas comunicaciones son finalmente transmitidas por el bloque controlador de antena 651, con un modulador/bloque codificador 654 que codifica y modula la información de una onda de RF. A continuación, se reciben datos de las etiquetas a través del bloque controlador de antena 651, que son desmodulados y decodificados por el bloque de-modulador/decodificador 653, y procesados por el bloque de procesamiento operativo 690.

Formas de realización de un sistema lector RFID se pueden implementar como hardware, software, firmware o cualquier combinación. Es ventajoso considerar dicho sistema como subdividido en componentes o módulos. Una persona experta en la materia reconocerá que algunos de estos componentes o módulos se pueden implementar como hardware, algunos como software, algunos como firmware y otros como una combinación de los mismos. Ahora se describe un ejemplo de dicha subdivisión, junto con la etiqueta RFID como un módulo adicional.

La figura 7 es un diagrama de bloques que ilustra una arquitectura de un sistema RFID 700 de acuerdo con formas de realización. Por razones de claridad, el sistema RFID 700 se subdivide en módulos o componentes. Cada uno de estos módulos se puede implementar solo o en combinación con otros. Además, algunos de ellos pueden estar presentes más de una vez. Otras formas de realización se pueden subdividir de manera equivalente en diferentes módulos. Se reconocerá que algunos aspectos de la figura 7 son paralelos a los descritos anteriormente.

La etiqueta RFID 703 se considera como un módulo en sí mismo. La etiqueta RFID 703 conduce una comunicación inalámbrica 706 con el resto, a través de la interfaz aérea 705. La interfaz aérea 705 es realmente un límite, en el sentido de que las señales o datos que pasan a través de la misma no están destinados a ser transformados de una cosa a otra. Especificaciones sobre cómo los lectores y las etiquetas se deben comunicar entre sí, por ejemplo, la especificación Gen2, también caracterizan adecuadamente esa interfaz como un límite.

El sistema RFID 700 incluye una o más antenas lectoras 710, y un módulo RF frontal 720 para interactuar con las antenas lectoras 710. Estas se pueden realizar como se ha descrito anteriormente.

El sistema RFID 700 también incluye un módulo de procesamiento de señal 730. En una forma de realización, el módulo de procesamiento de señal 730 intercambia formas de onda con el módulo RF frontal 720, tal como los pares de formas de onda I y Q.

El sistema RFID 700 también incluye un módulo de control físico 740, que también se conoce como módulo de enlace de datos. En algunas formas de realización, el módulo de control físico 740 intercambia bits con el módulo de procesamiento de señal 730. El módulo de control físico 740 puede ser la etapa asociada con el entramado de datos.

El sistema RFID 700 incluye además un módulo de control de acceso a medios 750, que también se conoce como módulo de capa MAC. En una forma de realización, el módulo de capa MAC 750 intercambia paquetes de bits con el módulo de control físico 740. El módulo de capa MAC 750 puede tomar decisiones para compartir el medio de comunicación inalámbrica, que en este caso es la interfaz aérea pero en otras formas de realización podría ser una interfaz cableada.

El sistema RFID 700 incluye además un módulo de biblioteca de programación de aplicaciones 760, que puede incluir interfaces de programación de aplicaciones (API), otros objetos, etc.

Todas estas funcionalidades del sistema RFID pueden ser soportadas por uno o más procesadores. Uno de estos procesadores se puede considerar un procesador host. Dicho procesador host podría incluir un sistema operativo host (OS) y/o una unidad de procesamiento central (CPU), tal como en el módulo 770. En algunas formas de realización, el procesador no se considera como un módulo separado, sino que incluye alguno de los anteriores módulos mencionados del sistema RFID 700.

El módulo de interfaz de usuario 780 se puede acoplar al módulo de biblioteca de programación de aplicaciones 760, para acceder a las API. El módulo de interfaz de usuario 780 puede ser manual, automático o ambos. Puede ser soportado por el módulo de unidad central de proceso/ sistema operativo host 770 mencionado anteriormente, o por un procesador independiente, etc.

Se observará que los módulos del sistema RFID 700 forman una cadena. Los módulos adyacentes en la cadena se pueden acoplar por medio de instrumentos apropiados para intercambiar señales. Estos instrumentos incluyen conductores, buses, interfaces, etc. Estos instrumentos pueden ser locales, por ejemplo, para conectar módulos que están físicamente cerca entre sí, o en una red, para comunicación remota.

La cadena se usa en una dirección para recibir formas de onda de RFID y en la otra para la transmisión de formas de onda de RFID. En el modo de recepción, la(s) antena(s) lectora(s) 710 reciben ondas inalámbricas, que a su vez son procesadas sucesivamente por los diversos módulos de la cadena. El procesamiento puede terminar en cualquiera de los módulos. En el modo de transmisión, la iniciación de la forma de onda puede ser en cualquiera de los módulos. Finalmente, las señales son encaminadas hacia la(s) antena(s) lectora(s) 710 para ser transmitidas como ondas inalámbricas.

La arquitectura del sistema RFID 700 se presenta para fines de explicación, no de limitación. En particular, no es necesario realizar su sub-división en módulos para crear formas de realización. Además, las características de la presente descripción se pueden realizar en uno solo de los módulos, o por una combinación de los mismos.

Todo lo que se ha descrito anteriormente en términos de lectores y componentes lectores encuentra alguna correspondencia con etiquetas y circuitos integrados de etiqueta, y vice versa. Se han expuesto numerosos detalles en esta descripción, que deben tomarse en conjunto, para proporcionar una comprensión más completa de la invención. En otros casos, no se han descrito en detalle características bien conocidas, a fin de no oscurecer innecesariamente la invención.

Uno o más lectores RFID, o partes distribuidas de uno o más lectores, se pueden acoplar o integrarse dentro de una matriz de antenas para formar un lector de haz sintetizado (SBR – *synthesized-beam reader*) capaz de generar múltiples haces de RF, tal como se ha descrito anteriormente. La figura 8 representa una vista en perspectiva de una matriz de antenas 800 con elementos de radiación discretos de acuerdo con formas de realización. La matriz de antenas 800 incluye una matriz de elementos de antena 802 y 804, y un plano base 808 detrás de los elementos 802 y 804. Cada elemento tiene un vector de dirección de radiación 806 (mostrado solo para un elemento) que es normalmente, pero no necesariamente, perpendicular al plano base. Se puede sintetizar un patrón de radiación (o "haz") de RF para recibir o transmitir una señal de RF ajustando la amplitud y/o fase de las señales acopladas desde/a cada elemento de antena 802 y 804. La dirección del haz sintetizado (normalmente representado por la

dirección del lóbulo principal del haz – el lóbulo que tiene la mayor potencia radiada) se controla por medio de estos diversos ajustes de amplitud y/o fase. Los ajustes pueden ser analógicos, digitales o una mezcla de analógico y digital. Por ejemplo, durante la transmisión, un SBR puede generar la señal a transmitir y luego orientar la señal generada a los elementos 802 y 804 con diferentes amplitudes y fases. Alternativamente, el SBR puede sintetizar digitalmente las diferentes señales para cada elemento de antena y luego convertir las señales digitales en analógicas. En otras formas de realización, el SBR puede usar una combinación de estos enfoques. De manera similar, durante una operación de recepción, el SBR puede combinar señales analógicas después de un cambio de fase apropiado y un ajuste de amplitud de cada una, o puede digitalizar las señales procedentes de cada elemento y combinarlas digitalmente, o una combinación de las mismas.

Los elementos de antena de la matriz de antenas 800 pueden ser uno o más de entre una antena plana, de ranura, de cable, de bocina, helicoidal, distribuida, o cualquier otro tipo como conocerán los expertos en la técnica. Mientras que la figura 8 solo muestra nueve elementos de antena, se pueden usar matrices de antenas con cualquier número de elementos de antena, incluyendo un único elemento distribuido o un elemento hecho de meta-materiales. En algunas formas de realización, el plano base 808 puede ser no plano (por ejemplo, curvado, cóncavo, convexo, etc.) y en otras formas de realización puede no requerirse su existencia.

Las figuras 9A y 9B muestran las direcciones de algunos de los haces de RF que pueden generar un lector de haz sintetizado (SBR) 900, similar a la matriz de antenas 800 de la figura 8. La matriz de antenas 900 tiene nueve elementos de antena 902 – 918, con el elemento 902 en el centro y los elementos 904 – 918 a su alrededor. La forma y dirección del haz que genera la matriz de antenas 900 depende de las señales que van/proceden de cada elemento. Supóngase que el SBR 900 transmite utilizando unos elementos principales 902, 906 y 914. Luego, en función de la amplitud y fase de las señales aplicadas a estos elementos, la matriz de antenas 900 puede orientar un haz a lo largo de la línea discontinua 920. De forma similar, supóngase que el SBR 900 transmite principalmente utilizando los elementos 902, 908 y 916. Luego, en función de la amplitud y fase de las señales aplicadas a estos elementos, la matriz de antenas 900 puede orientar un haz en la dirección indicada por la línea discontinua 922. Por supuesto, son posibles otras disposiciones de orientación, que incluyen el uso de los 9 elementos para transmitir y/o recibir en direcciones arbitrarias y para generar haces estrechos.

La figura 9B muestra cómo se pueden sintetizar haces de RF con diferentes direcciones usando elementos de antena situados a lo largo de la línea 920, con el diagrama de la izquierda que representa una vista frontal similar a la figura 9A y el diagrama de la derecha que representa una vista lateral. Como se ha descrito anteriormente, la dirección del haz se puede controlar variando la amplitud y la fase de las señales hacia/procedentes de los elementos de antena. Por ejemplo, aplicando una fase de señal adelantada al elemento 906, una fase de señal intermedia al elemento 902 y una fase de señal retrasada al elemento 914, la matriz de antenas tenderá a orientar su haz hacia abajo como en el haz 934. Conmutando entre adelanto y retraso desde los elementos 906/902 a los elementos 902/906 se tenderá a orientar el haz hacia arriba como en el haz 930. Por supuesto, la forma real del haz depende tanto de la magnitud del desplazamiento de fase como de la magnitud de la escala de amplitud (si existe).

La figura 10 representa haces potenciales desde un SBR de acuerdo con formas de realización. El diagrama 1000 representa una perspectiva lateral del SBR 1010, capaz de sintetizar al menos cinco haces de RF diferentes 1012, 1013, 1014, 1015 y 1016, dispuestos a lo largo de la línea 1018 (similar a la línea 920 de la figura 9A), con cada haz de RF apuntando en una dirección diferente.

Los diagramas 1020, 1040, 1060 y 1080 representan áreas de cobertura, mostradas como círculos sombreados, de los patrones de haz generados por el SBR 1010. Un haz generado por un SBR tiene un volumen de cobertura, también conocido como "campo de visión" (FoV – *field of view*) del haz, que es un volumen en el espacio tridimensional en el que, durante la transmisión, la densidad de energía transmitida excede un umbral, y en el que, durante la recepción, la densidad de energía recibida excede un umbral. El área de cobertura de un haz es una proyección del campo de visión del haz sobre una superficie. El campo de visión y el área de cobertura pueden ser diferentes durante la transmisión y la recepción, y pueden variar con la potencia del lector o la etiqueta, los umbrales, la distancia entre el SBR y la superficie, y otros parámetros.

El diagrama 1020 representa el área de cobertura del haz central 1012. El diagrama 1040 representa las áreas de cobertura de los haces internos tales como 1014 y 1015. El diagrama 1060 representa las áreas de cobertura de los haces exteriores tales como 1015 y 1016. Finalmente, el diagrama 1080 representa el área de cobertura total de todos los haces formados por el SBR 1010. Como se muestra en los diagramas 1020 – 1080, las áreas de cobertura de los haces pueden superponerse. Por ejemplo, el haz interior 1014 se puede superponer con el haz central 1012, con uno o más otros haces interiores, y con uno o más otros haces exteriores.

Mientras que el SBR 1010 se representa como capaz de generar y conmutar entre cinco haces en un eje (por ejemplo, eje 1018), en otras formas de realización, un SBR puede generar y conmutar entre más o menos haces en cualquier eje determinado. De forma similar, mientras que el SBR 1010 se representa como capaz de generar haces

en cuatro ejes diferentes (por ejemplo, los ejes 920, 922, 924 y 926 de la figura 9A), en otras formas de realización, un SBR se puede configurar para generar haces en más o menos ejes. El área de cobertura de un haz individual en la figura 10 y figuras posteriores se representan como circulares por simplicidad, y en realidad pueden ser de cualquier forma adecuada, y pueden variar en función de las interacciones entre los diferentes elementos que forman el haz, así como la orientación y la topología de la superficie sobre la que se proyecta el área de cobertura. Por ejemplo, un haz puede tener un área de cobertura no circular. Como otro ejemplo, un haz circular que ilumina una superficie con un ángulo no perpendicular puede proyectar un área de cobertura elíptica en la superficie.

La figura 11 representa la sensibilidad de recepción o la potencia del haz como una función del ángulo del haz para un subconjunto de haces potenciales del SBR de la figura 10. El diagrama 1100 es similar al diagrama 1000, con elementos numerados de manera similar que se comportan de manera similar. El diagrama 1120 representa una vista de las áreas de cobertura superpuestas de los haces 1012, 1013, 1014, 1015 y 1016, encontrándose todos a lo largo del eje 1018. El gráfico 1140 muestra la sensibilidad de recepción o potencia del haz en función del ángulo del haz. Cada uno de los haces 1012-1016 es orientado en un ángulo particular, con el haz 1012 orientado perpendicularmente al plano del SBR 1010, los haces 1013/1014 orientados en un ángulo θ con respecto al haz 1012, y los haces 1015/1016 orientados en un ángulo ϕ con respecto al haz 1012. Estos ángulos están mapeados en el eje horizontal 1142 del gráfico 1140. El eje vertical 1144 puede representar la sensibilidad del haz o la potencia entregada (o ambas), con una sensibilidad/potencia que disminuye desde el origen. Cada uno de los haces 1012-1016 tiene un contorno de sensibilidad/potencia representado como un arco en el gráfico 1140 con un máximo en el ángulo de orientación del haz. Los contornos definen superficies tridimensionales para las cuales la sensibilidad de recepción, la potencia del haz o ambas tienen un valor constante. Si solo se considera la potencia del haz, a medida que la posición de la etiqueta se aleja del ángulo de orientación del haz, la potencia disminuye, lo que reduce la capacidad del haz para alimentar la etiqueta. Alternativamente, el contorno de potencia puede representar la potencia mínima necesaria para alimentar la etiqueta RFID, y las curvas en el contorno del haz pueden representar la reducción en el rango de lectura a medida que la etiqueta se aleja del ángulo de orientación del haz. Por supuesto, la sensibilidad/potencia del haz puede variar con la frecuencia de RF del haz, la sensibilidad de la etiqueta, la operación de etiqueta deseada o en relación a otros parámetros de RFID, como sabrán los expertos en la técnica.

La figura 12 es un diagrama que representa una etiqueta RFID situada de manera que está iluminada por un subconjunto de los haces de la figura 11. La gráfica 1200 muestra la potencia del haz 1202 disponible para alimentar la etiqueta a partir del haz 1012. El eje horizontal 1206 representa la posición y el eje vertical 1204 la potencia. La capacidad de una etiqueta para extraer energía de una onda de RF incidente varía con la frecuencia de RF, por muchas razones, incluido el hecho de que una antena de etiqueta es normalmente más sensible a ciertas frecuencias que otras. La línea 1210 es la potencia requerida por la etiqueta en la frecuencia del caso más desfavorable (es decir, la menos sensible), y la línea 1222 es la potencia requerida por la etiqueta en la frecuencia del mejor de los casos (es decir, la más sensible). La etiqueta puede operar en todas las ubicaciones físicas y frecuencias para las cuales la curva 1202 se encuentra por encima de la línea 1210, y puede operar en todas las ubicaciones físicas y frecuencia del mejor caso para las cuales la curva 1202 se encuentra sobre la línea 1218. Por supuesto, existe un continuo de líneas entre 1210 y 1218, que representan el continuo de frecuencias de RF entre el mejor y el peor caso. Este continuo de frecuencias está representado por el perfil de operación de etiqueta 1219.

Los diagramas 1220 y 1240 son similares a los diagramas 1120 y 1140, con elementos numerados de manera similar que se comportan de manera similar. El diagrama 1240 es similar al diagrama 1200, pero con la posición de la etiqueta convertida desde la posición física al ángulo de orientación del haz. La etiqueta 1222, que se muestra con una "X" en el diagrama 1220 y 1240, se ubica donde se superponen varios haces y puede ser alimentada por un haz cuando el contorno de potencia del haz se encuentra por encima de la línea 1218 para la frecuencia de operación del mejor caso de la etiqueta. La línea 1210 no se muestra en el diagrama 1240 por razones de claridad, pero el perfil de operación de la etiqueta 1219 muestra el rango de niveles de potencia a varias frecuencias para las cuales la etiqueta puede funcionar. Está claro que algunos haces pueden alimentar la etiqueta en todas las frecuencias; algunos haces en algunas frecuencias; y algunos haces en ninguna frecuencia.

La figura 13 representa cómo la ubicación de la etiqueta RFID 1222 de la figura 12 se puede determinar usando niveles de potencia del haz. La figura 13 incluye una serie de gráficos (1310, 1320, 1330 y 1340) y diagramas de área de cobertura (1312, 1322, 1332 y 1342) del subconjunto de haces potenciales de la figura 12. La etiqueta 1222 se representa como una "X" en los diagramas de área de cobertura, y el perfil de operación de la etiqueta 1219 muestra el rango de niveles de potencia a varias frecuencias para las cuales la etiqueta puede operar.

Considérense los diagramas 1310 y 1312, que representan el haz 1012 interactuando con la etiqueta 1222. El perfil completo de operación de la etiqueta 1219 se encuentra dentro del contorno del haz 1012, por lo que la etiqueta puede operar independientemente de la frecuencia del haz 1012. Para el haz 1012, el SBR puede leer la etiqueta 1222 en cada frecuencia, lo que da como resultado una tasa de respuesta del 100% con la frecuencia, representada como "[100]" en el diagrama 1312.

Con respecto al haz 1013, obsérvese que el perfil de operación de la etiqueta 1219 excede la potencia del haz 1013 para un pequeño subconjunto de frecuencias. Como resultado, el SBR puede leer la etiqueta 1222 en un subconjunto de frecuencias, lo que da como resultado una tasa de respuesta del 92% con la frecuencia, representada como "[92]" en el diagrama 1322.

Con respecto al haz 1014, obsérvese que el perfil de operación de la etiqueta 1219 excede la potencia del haz 1013 para un subconjunto más grande de frecuencias. Como resultado, el SBR puede leer la etiqueta 1222 en un subconjunto más pequeño de frecuencias, lo que da como resultado una tasa de respuesta del 60% con la frecuencia, representada como "[60]" en el diagrama 1332.

Finalmente, los diagramas 1340 y 1342 muestran cómo cada uno de los cinco haces 1012 – 1016 puede interactuar con la etiqueta 1222. Como se ha descrito anteriormente, una conmutación de SBR entre los haces 1012, 1013 y 1014 puede tener tasas de respuesta del 100%, 92% y 60% al interactuar con la etiqueta 1222. Para los haces exteriores 1015 y 1016, cuyos contornos apenas se superponen al marcador del rango de la etiqueta, si las hubiere, las tasas de respuesta son del 2% ("[2]") y 0% ("[0]"). Si el SBR mide la tasa de respuesta de los cinco haces superpuestos, entonces puede determinar la ubicación del haz de la etiqueta 1222. En este ejemplo específico, el haz 1012 tiene una tasa de respuesta del 100%, por lo que la etiqueta 1222 se encuentra dentro de su área de cobertura. El haz 1013 tiene una tasa de respuesta mayor que el haz 1014, por lo que la etiqueta 1222 está más cerca del haz 1013 que del haz 1014. En algunas formas de realización, las tasas de respuesta se pueden combinar, por ejemplo, utilizando un promedio ponderado o un procedimiento de promedio de centroide, para mejorar la estimación de la ubicación de la etiqueta. La ubicación de la etiqueta 1222 se puede refinar aún más utilizando las pendientes de las respuestas de sensibilidad del haz en comparación con el perfil de operación de la etiqueta.

Mientras que la ubicación de la etiqueta en la figura 12 ha sido determinada, por razones de brevedad y claridad, usando haces que se encuentran a lo largo del eje 1018, también se pueden usar otros haces a lo largo de otros ejes. La figura 14 representa cómo se puede determinar la ubicación de una etiqueta usando múltiples haces en un espacio bidimensional. El diagrama 1400 representa patrones de haz similares a los del diagrama 1080 de la figura 10. Para mayor claridad, cada haz en el diagrama 1400 está representado por un pequeño círculo sombreado que no representa necesariamente su área de cobertura. La etiqueta 1422, similar a la etiqueta 1222, está representada por una "X". Cada haz tiene una tasa de respuesta de etiqueta asociada (como se describe en la figura 13) representada por el número entre corchetes en el círculo del haz. La tasa de respuesta para un haz está relacionada con la superposición entre la cobertura del haz y la ubicación de la etiqueta 1422. Los haces que están más cerca de la etiqueta 1422 tienen tasas de respuesta más altas que los haces que están más lejos de la etiqueta 1422. La ubicación de la etiqueta 1422 se puede determinar usando las diferentes tasas de respuesta de los diferentes haces.

Aunque las figuras 13 y 14 muestran tasas de respuesta específicas, estos valores se proporcionan a modo de ilustración, y pueden no corresponder a tasas de respuesta reales. De manera similar, las relaciones entre las tasas de respuesta proporcionadas por haces adyacentes mostradas en las figuras 13 y 14 son a modo de ilustración, y pueden diferir de las tasas de respuesta reales entre haces adyacentes.

Mientras que el área de cobertura de un haz se representa con forma circular en las figuras anteriores, en algunas formas de realización se puede dar otra forma al área de cobertura de un haz. Como un ejemplo, la figura 15 representa haces con formas elípticas formadas por un SBR de acuerdo con formas de realización.

El diagrama 1500 de la figura 15 es similar a la figura 9B y representa haces sintetizados activando elementos de antena a lo largo del plano 920. Según se describe en la figura 9B, los haces de RF 1530, 1532 y 1534 (similares a los haces de RF 930, 932 y 934, respectivamente) se pueden sintetizar suministrando señales de fase desplazada apropiadamente a los elementos de antena a lo largo del plano 920. Como solo se activan 3 elementos de antena, en una línea, el SBR del diagrama 1500 es capaz de orientar y dar forma a un haz en la dirección vertical en el diagrama 1500 pero no en la dirección horizontal. Por supuesto, la activación de elementos adicionales puede cambiar y dar forma al haz en otras direcciones. El diagrama 1540 muestra elementos activados a lo largo de la línea 922 para generar un haz con la forma 1542 y elementos activados a lo largo de la línea 924 para generar un haz con la forma 1546. Ajustar la fase de las señales proporcionadas a los elementos de antena a lo largo de las líneas 922, 924 y 926 permite orientar los haces hacia diferentes ubicaciones, tal como se muestra en el diagrama 1560 para los haces 1562, 1564 y 1566, respectivamente. Como se ha descrito anteriormente, una etiqueta en la ubicación 1546 en el diagrama 1560 puede producir diferentes tasas de respuesta con frecuencia a un SBR que orienta un haz en estas diversas direcciones, permitiendo que el SBR determine la ubicación de la etiqueta.

Todos los sistemas de haz orientado generan haces laterales (lóbulos laterales), además del haz principal. Como sabrán los expertos en la técnica, existen técnicas para suprimir estos lóbulos laterales, tales como añadir más elementos de orientación, dar forma al haz digital, protección y otros procedimientos, pero ninguno puede suprimir completamente los lóbulos laterales. La figura 16 muestra haces orientados con lóbulos laterales formados por un

SBR de acuerdo con formas de realización. El diagrama 1600, similar a la figura 9B, representa una vista frontal a la izquierda y una vista lateral a la derecha, de un SBR que genera un haz de RF 1630 que tiene un lóbulo lateral 1632, que puede catalogar una etiqueta que no está posicionada a lo largo del lóbulo principal del haz. Por ejemplo, el haz 1630 apunta hacia arriba, pero el lóbulo lateral 1632, que apunta hacia abajo, puede catalogar erróneamente la etiqueta 1634. Afortunadamente, como los lóbulos laterales tienen menor potencia que los lóbulos principales, un SBR puede usar una tasa de respuesta de etiqueta para discriminar una etiqueta en un haz principal (que tendrá una alta tasa de respuesta) de una etiqueta en un lóbulo lateral (que tendrá una baja tasa de respuesta).

Como se ha descrito anteriormente, la sensibilidad y la tasa de respuesta de una etiqueta pueden variar con la frecuencia del haz incidente. En algunas formas de realización, el contorno de sensibilidad de un haz también puede variar con la frecuencia. La figura 17 representa cómo se pueden usar variaciones basadas en la frecuencia de una potencia entregada por haces para determinar la ubicación de la etiqueta. El gráfico 1700 es similar a los gráficos 1310, 1320 y 1330, y muestra un haz que tiene el contorno de sensibilidad 1702 en una frecuencia y el contorno de sensibilidad 1704 en otra frecuencia. El gráfico 1700 también representa un perfil operativo de etiqueta 1719 similar al perfil 1219. Utilizando perfiles de haz junto con las tasas de respuesta de etiqueta como una función de la frecuencia, un SBR puede ser capaz de estimar mejor la ubicación de la etiqueta.

La figura 18 representa un proceso 1800 para determinar la ubicación de una etiqueta contando las lecturas de la etiqueta. El proceso 1800 comienza en la operación 1802, donde una etiqueta es catalogada por un SBR. En la operación 1804, el SBR barre diferentes haces y diferentes frecuencias para cada haz, contando la tasa de respuesta de la etiqueta en la operación 1806. Por ejemplo, el SBR puede generar y contar lecturas de la etiqueta usando un primer haz a una primera frecuencia, luego generar y contar lecturas de la etiqueta utilizando un segundo haz a la primera frecuencia, y continuar este proceso hasta que se haya iterado a través de todos los haces. El SBR luego puede repetir el proceso para diferentes frecuencias. Alternativamente, el SBR puede contar lecturas de la etiqueta usando un primer haz a una primera frecuencia, luego generar y contar lecturas de la etiqueta usando el primer haz a una segunda frecuencia, y continuar este proceso hasta que se haya iterado a través de todas las frecuencias. El SBR puede entonces repetir el proceso para diferentes haces. Por supuesto, el SBR puede intercalar estas elecciones de haces y frecuencias de cualquier manera imaginable, incluso aleatoriamente. El SBR puede actuar adaptativa/inteligentemente, eligiendo un subconjunto de haces y frecuencias que le permitan ubicar una etiqueta lo más rápido y/o lo más preciso posible. El SBR puede alterar la polarización de sus haces para reducir el impacto de la polarización de la etiqueta cuando determina la ubicación de la etiqueta. El SBR puede combinar datos de haz/frecuencia con otra información, tal como un mapa o plano-grama de una instalación (por ejemplo, el SBR puede excluir barreras conocidas tales como muros de entre las posibles ubicaciones de una etiqueta) o tipo de etiqueta (por ejemplo, algunas etiquetas son más sensibles o direccionales que otras). Finalmente, en la operación 1808, el SBR utiliza el haz colectado, la frecuencia, la velocidad de lectura y otra información para determinar la ubicación de la etiqueta.

La capacidad de un haz para catalogar o acceder a una etiqueta se basa en la potencia absoluta del haz, el contorno de potencia del haz, la dirección del haz, la frecuencia del haz, la distancia a la etiqueta, la polarización del haz y la etiqueta, el tipo de etiqueta, el tipo de operación de la etiqueta (por ejemplo, catalogación versus escritura) y otros parámetros. Una etiqueta que se encuentra dentro del rango de catalogación de etiquetas del SBR tiene suficiente potencia para recibir y responder a los comandos del SBR, mientras que una etiqueta que se encuentra fuera del rango de catalogación de etiquetas del SBR no tiene suficiente potencia para recibir y responder a los comandos del SBR.

La figura 19 representa un rango de catalogación de etiquetas del SBR de acuerdo con formas de realización. Los diagramas 1920 y 1940 muestran vistas laterales y frontales de un SBR 1900 que intenta catalogar las etiquetas 1904 y 1906 usando un haz 1902. Cada una de las etiquetas 1904/1906 tiene un contorno de sensibilidad asociado, etiquetados como 1908 y 1910, respectivamente. El SBR 1900 puede catalogar la etiqueta 1904 usando el haz 1902, porque el contorno de potencia del haz 1902 se superpone con el contorno de sensibilidad de la etiqueta 1908. El SBR 1900 no puede catalogar la etiqueta 1906 usando el haz 1902, porque el haz 1902 no se superpone con el contorno de sensibilidad 1910 de la etiqueta 1906.

Supóngase que había una manera de entregar energía adicional a la etiqueta 1906 y por lo tanto aumentar el tamaño de su contorno de sensibilidad 1910. Un aumento suficientemente grande permitiría al haz 1902 catalogar la etiqueta 1906. Por supuesto, una forma de aumentar el tamaño del contorno de sensibilidad de la etiqueta 1906 es añadir una batería a la etiqueta 1906. Sin embargo, puede ser conveniente encontrar una forma de hacerlo sin medios artificiales, tal como una batería.

La figura 20 representa cómo se puede aumentar el contorno de sensibilidad de una etiqueta usando un SBR cooperante para suministrar energía de RF adicional, de acuerdo con formas de realización. La figura 20, similar a la figura 19, representa unas vistas laterales y frontales 2020 y 2040, respectivamente, del SBR 1900 que intenta catalogar las etiquetas 1904 y 1906. La figura 20 también incluye otro SBR 2000 posicionado para suministrar

energía de RF adicional a la etiqueta 1910 usando el haz 2002. En la figura 20, según se representa, ni el SBR 1900 ni el SBR 2000 pueden catalogar la etiqueta 1906 por sí mismos, porque los haces 1902 y 2002 se encuentran fuera del contorno de sensibilidad 1910 de la etiqueta 1906. Sin embargo, si el SBR 1900 y el SBR 2000 suministran energía de RF al mismo tiempo, entonces el contorno de sensibilidad efectiva de la etiqueta 1906 aumenta desde el
 5 perímetro 1910 hasta el perímetro 2010, lo que permite a ambos SBR catalogar la etiqueta 1906. En la práctica, hay muchas maneras para que cooperen el SBR 1900 y el SBR 2000. El SBR 1900 puede emitir comandos de catalogación, mientras que el SBR 2000 envía energía de RF en bruto (una onda modulada continua o mínimamente). O el SBR 1900 puede enviar energía de RF en bruto mientras que el SBR 2000 emite comandos de catalogación. O tanto el SBR 1900 como el SBR 2000 pueden emitir comandos de catalogación sincronizados.
 10 Independientemente de los medios, dos SBR pueden entregar más potencia que uno, y si los dos SBR están sincronizados para proporcionar energía de forma coordinada que la etiqueta 1906, que era invisible para cualquiera de los SBR individualmente, puede resultar visible para uno o para ambos.

En algunas formas de realización, los dos SBR pueden usar la misma frecuencia de RF durante dicha alimentación
 15 coordinada, particularmente en casos en los que los SBR envían comandos sincronizados. En otras formas de realización, particularmente aquellas en las que un SBR proporciona comandos y la otra energía de RF en bruto, los SBR pueden usar frecuencias significativamente diferentes para evitar frecuencias de RF que generan notas de pulsación que confunden el de-modulador de la etiqueta (tal como el de-modulador 442 de la figura 4). Por supuesto, los SBR pueden optimizar su elección de frecuencia en función de la polarización del haz o la etiqueta, el tipo de
 20 etiqueta, la capacidad de la etiqueta para rechazar interferencias tal como notas de pulsación y otros parámetros. Los SBR también pueden ajustar su potencia relativa o absoluta para mejorar la potencia cooperativa. En formas de realización no reivindicadas, uno de los SBR no necesita ser un SBR, sino que podría ser, en lugar de ello, un lector fijo (es decir, sin haz orientado), un lector portátil, un lector de plataforma, un lector de puerta de acceso o cualquier otro lector RFID como sabrán los expertos en la técnica. En algunas formas de realización, un controlador y/o uno o
 25 ambos de los SBR pueden ajustar la potencia y/o frecuencia de la(s) señal(es) de RF generada(s) para aumentar el rango de catalogación de la etiqueta RFID. En algunas formas de realización, el ajuste puede incluir un barrido en un rango de valores de potencia y/o frecuencia; en otras formas de realización, el ajuste puede ser adaptativo y basado en condiciones ambientales (por ejemplo, el ruido RF o las propiedades dieléctricas de elementos a los que están acopladas las etiquetas), respuestas recibidas de las etiquetas, características de rendimiento de etiquetas (por
 30 ejemplo, sensibilidad, rechazo de interferencias o capacidad de coleccionar energía de otra fuente de RF), y/o tamaño de la población de etiquetas. En algunas formas de realización, uno de los SBR apuntará a la ubicación objetivo y otro SBR puede orientar su haz hacia múltiples ubicaciones en las proximidades de la ubicación objetivo para mejorar la potencia cooperativa.
 35 Por supuesto, los beneficios de la alimentación cooperativa de etiquetas no necesitan limitarse a un par de SBR. La figura 21 representa cómo pueden cooperar múltiples SBR para catalogar una población de etiquetas según formas de realización. El diagrama 2100 representa cuatro SBR 2102, 2104, 2106 y 2108 dispuestos para catalogar una población de etiquetas 2110. En el diagrama 2100, el SBR 2102 está configurado para comunicarse con las etiquetas 2110 usando el haz 2112, mientras que los SBR 2104 – 2108 están configurados para proporcionar
 40 energía a las etiquetas 2110 usando los haces 2114, 2116 y 2118, respectivamente. En el diagrama 2150, el SBR 2108 está configurado en cambio para catalogar las etiquetas 2110 usando el haz 2118, mientras que los SBR 2102 – 2106 proporcionan energía adicional. Por supuesto, cualquiera de los SBR puede hacer la catalogación mientras que los otros suministran energía, o dos pueden catalogar (de forma sincrónica o no) mientras que los otros dos suministran energía, o cualquier otra posibilidad. Por supuesto, el número de SBR es arbitrario; se muestran cuatro,
 45 pero se puede usar más o menos en la práctica real.

En algunas formas de realización, un controlador, tal como el controlador 2120 en los diagramas 2100 y 2150, puede realizar la coordinación de SBR para catalogar y alimentar etiquetas en cooperación usando los SBR 2102, 2104, 2106 y 2108. En otras formas de realización, el controlador 2120 se puede integrar dentro de uno o más de los SBR.
 50 En aún otras formas de realización, los SBR pueden formar una red de comunicación punto a punto y sincronizarse entre sí.

En general, un SBR sintetiza un haz de RF para que apunte a ubicaciones (por ejemplo, áreas de cobertura de un haz mostradas en la figura 10), durante períodos de tiempo, y a veces de acuerdo con un patrón de exploración, que
 55 puede ser predeterminado o dinámico. Una ubicación apuntada (*pointing location*) puede ser identificada por uno o más SBR como un indicador de haz (tal como un indicador numérico), una ubicación en el suelo de una instalación en la que se encuentran los SBR, un conjunto de coordenadas cartesianas o polares, o cualquier otro identificador de ubicación adecuado.

En algunas formas de realización, el patrón de exploración es una secuencia de ubicaciones objetivo y un SBR puede sintetizar haces para que apunten a las diferentes ubicaciones objetivo en base a un temporizador, una señal de activación generada por el SBR o un controlador, y/o comunicaciones desde uno o más otros SBR. En algunas formas de realización, el patrón de exploración es al menos una ubicación objetivo y al menos un correspondiente

instante de la ubicación objetivo, definido como el instante en el que dos SBR diferentes apuntan a la ubicación objetivo. El instante de la ubicación objetivo puede ser absoluto (por ejemplo, 4:00 p.m.) o relativo (por ejemplo, diez milisegundos después de una activación o señal de temporizador o comunicación). Un SBR puede almacenar el patrón de exploración en la memoria, recibir un patrón de exploración desde un controlador (por ejemplo, el controlador 2120, otro SBR, un dispositivo de red o alguna otra entidad de control), generar un patrón de exploración utilizando información recibida desde un controlador u otros SBR, generar un patrón de exploración aleatoriamente, generar un patrón de exploración para optimizar la alimentación cooperativo de etiquetas, o generar un patrón de exploración basado en cualquier otro parámetro(s) adecuado(s). En algunas formas de realización, un patrón de exploración de SBR puede ser anulado temporalmente (o permanentemente) por un controlador u otro SBR.

La asignación de funciones (catalogar o alimentar) a diferentes SBR puede depender del historial (es decir, si un SBR fue más recientemente un SBR de catalogación o un SBR de alimentación), la ubicación del SBR, el número de etiquetas que el SBR ha catalogado recientemente o históricamente, el número de etiquetas que todos o un subconjunto de los SBR han catalogado, o cualquier otro número o tipo de parámetros adecuados. En algunas formas de realización, las asignaciones de funciones de SBR se pueden pre-ajustar; por ejemplo, un SBR particular puede ser asignado a la catalogación durante un período de tiempo, proporcionar energía durante otro período de tiempo, y luego repetir. En otras formas de realización, las asignaciones de funciones de SBR pueden ser dinámicas o adaptativas, incluso durante una comunicación continua con una etiqueta. Por ejemplo, un lector puede comenzar y luego interrumpir un diálogo con una etiqueta. Otro lector puede continuar el diálogo interrumpido con la etiqueta mientras el lector original proporciona energía o realiza alguna otra tarea.

En algunas formas de realización, los SBR se pueden configurar para alimentar etiquetas de forma cooperativa solo en ciertas circunstancias. Por ejemplo, si un SBR está utilizando uno de sus haces exteriores para catalogar etiquetas, entonces otro SBR puede alimentar las etiquetas de forma cooperativa, sabiendo que la alimentación cooperativa es particularmente efectiva cuando se usa con haces de SBR exteriores. Como otro ejemplo, si una etiqueta se mueve hacia la periferia del campo de visión de un SBR (y por lo tanto dentro de su cobertura de haz exterior), otros SBR pueden cooperar para proporcionar energía adicional. Como otro ejemplo más, si el número de etiquetas catalogadas es menor que un número esperado, otros SBR pueden proporcionar energía adicional para aumentar la sensibilidad de la etiqueta y, de ese modo, permitir que se cataloguen más etiquetas. Como otro ejemplo más, si una etiqueta indica que no tiene suficiente energía para realizar una operación, tal como escribir datos en memoria, otros SBR pueden proporcionar energía adicional para que la etiqueta pueda realizar la operación.

Como se ha descrito anteriormente, los SBR pueden estar configurados para recibir y/o intercambiar información sobre ubicaciones objetivo, patrones de exploración, temporización de exploración, configuración de haz, etiquetas, alimentación cooperativa y funciones. La figura 22 representa una variedad de maneras en que los SBR pueden recibir y/o intercambiar dicha información. El diagrama 2200 representa una primera configuración en la que un SBR maestro 2202 coordina las operaciones de dos SBR esclavos 2204 y 2206. El diagrama 2240 representa una segunda configuración en la que tres SBR 2042, 2044 y 2046 coordinan su operación a través de comunicaciones punto a punto. El diagrama 2280 representa una tercera configuración en la que un controlador centralizado 2282 coordina las operaciones de tres SBR 2284, 2286 y 2288. Por supuesto, son posibles múltiples variantes en estas configuraciones, incluyendo el uso de más o menos SBR; combinación de configuraciones (por ejemplo, un controlador que coordina las comunicaciones punto a punto); uso de múltiples controladores, y otras combinaciones infinitas como será obvio para los expertos en la materia. La comunicación entre los SBR y los controladores (si presentes) se puede implementar por medio de una conexión por cable (por ejemplo, Ethernet, paralelo, serie u otro protocolo adecuado), una conexión inalámbrica (por ejemplo, WiFi, celular, Bluetooth u otro protocolo inalámbrico adecuado), un protocolo punto a punto, un protocolo basado en paquetes o direcciones, o cualquier otro tipo o protocolo de conexión adecuado.

La figura 23 representa un proceso 2300 para coordinar la operación de SBR de acuerdo con formas de realización. El proceso 2300 comienza en la operación 2302, en la que un primer SBR (por ejemplo, el SBR 2000) sintetiza un haz (por ejemplo, el haz 2002) para que apunte a una primera ubicación. En la operación 2304, el primer SBR transmite una señal (de potencia) mínimamente modulada. En la operación 2306, un segundo SBR (por ejemplo, el SBR 1900) sintetiza un haz (por ejemplo, el haz 1902) para que apunte también a la primera ubicación. En la operación 2308, el segundo SBR cataloga una o más etiquetas en la primera ubicación mientras que el primer SBR continúa transmitiendo potencia/energía. En la operación opcional 2310, los SBR primero y segundo repiten las operaciones anteriores mientras apuntan a una segunda ubicación, por ejemplo como se ha descrito anteriormente en la figura 21. En la operación opcional 2312, los SBR primero y segundo pueden intercambiar funciones, con el primer SBR catalogando etiquetas, mientras que el segundo SBR transmite energía. Por supuesto, en otras formas de realización, pueden participar más de dos SBR en el proceso 2300.

La funcionalidad de SBR descrita anteriormente se puede combinar con técnicas de gestión de poblaciones de etiquetas para mejorar el rendimiento de la catalogación y detectar el movimiento de etiquetas. Una de dichas

técnicas de gestión de poblaciones de etiquetas es una actualización de etiquetas, también descrita en la Solicitud de Patente de Estados Unidos en trámite con número de serie 13/271.937, titulada "*Broadcast Refresh of RFID Tag Persistence*". Muchos sistemas de RFID esperan que un lector, tal como un SBR, haga una catalogación de todas las etiquetas de una población. Normalmente, el lector cataloga una primera etiqueta, ordena a la etiqueta que no responda durante un período de tiempo (un tiempo de persistencia) y luego procede a catalogar una segunda etiqueta. En formas de realización típicas, el lector ordena a la primera etiqueta, explícita o implícitamente, que configure un indicador (un indicador de etiqueta catalogada, que generalmente es un valor de bit semi-persistente almacenado en la etiqueta) pasándolo de un valor por defecto o "no configurado" a un valor "configurado", indicando con ello que la etiqueta ha sido catalogada. Después de algún tiempo (el tiempo de persistencia del indicador), el indicador generalmente disminuye y vuelve al valor por defecto. En un mundo ideal, el lector continuaría el proceso hasta que haya catalogado todas las etiquetas. Desafortunadamente, si el lector no ha terminado de catalogar todas las etiquetas dentro del tiempo de persistencia, la primera etiqueta olvidará que ya ha sido catalogada (es decir, su indicador de etiqueta catalogada retornará a su valor predeterminado) y se presentará como etiqueta a catalogar de nuevo. Posteriormente, una segunda etiqueta puede mostrar el mismo comportamiento, seguido de otras etiquetas. Si la población de etiquetas es grande, el lector puede dedicar tanto tiempo a volver a catalogar las etiquetas ya catalogadas que no puede dedicar suficiente tiempo a buscar las etiquetas difíciles de catalogar. Como resultado, algunas de las etiquetas de la población pueden no ser catalogadas de ninguna manera.

La figura 24 es un diagrama 2400 que muestra los efectos de una actualización de la etiqueta en un parámetro indicador físico en función del tiempo/instante, de acuerdo con formas de realización. Un parámetro indicador puede incluir uno o más de entre voltaje, corriente, carga y flujo asociados con un indicador de etiqueta. En algunas formas de realización, si el valor de un parámetro indicador está por debajo de un umbral 2402, se considera entonces que el indicador contiene un primer valor (por ejemplo, el valor "A"), mientras que si el valor del parámetro está por encima del umbral 2402, se considera entonces que el indicador tiene un segundo valor (por ejemplo, el valor "B"). Durante una operación de catalogación 2406, el parámetro indicador puede cambiarse. Aunque la operación de catalogación 2406 de la figura 24 confirma el valor del indicador de etiqueta de "A" a "B", en otras formas de realización, una operación de catalogación puede confirmar el valor del indicador de etiqueta de "B" a "A". La cantidad en la que se ajusta el parámetro físico del indicador durante una operación de conmutación/cambio puede ser estática (por ejemplo, siempre aumentada/disminuida en una cantidad preestablecida) o dinámica (por ejemplo, la cantidad del aumento/disminución varía según cualquier número de parámetros), siempre que la cantidad de ajuste sea suficiente para cambiar el valor del indicador.

Después de que la operación de catalogación 2406 cambie el valor del indicador del valor A al B, el parámetro físico del indicador comenzará a disminuir, tal como lo indica la curva 2404. En algún instante en el instante 2408, el parámetro físico del indicador habrá disminuido por debajo del umbral 2402, retornando el indicador del valor B al valor A. La diferencia entre el instante 2408 y el instante 2406 es el tiempo de persistencia del indicador, y es cuánto tiempo el indicador mantiene el valor B. La velocidad a la que el parámetro físico disminuye puede ser una función de una o más etiquetas y/o condiciones ambientales, tal como el diseño de la etiqueta o la temperatura.

Si una etiqueta es capaz de ejecutar una actualización del indicador, y un lector transmite un comando de actualización 2412 a la etiqueta antes del instante 2408 (es decir, antes de que el parámetro físico disminuya por debajo del umbral 2402), el comando de actualización 2412 ajusta (u ordena a la etiqueta que ajuste) el parámetro físico para aumentar el tiempo de persistencia del indicador. Como se indicó anteriormente, la cantidad del ajuste puede ser estática o dinámica, siempre que el valor posterior a la actualización sea diferente del valor anterior al comando de actualización. Transmitiendo sucesivos comandos de actualización (por ejemplo, el comando de actualización 2413 seguido del comando de actualización 2414) la curva de disminución resultante 2410 se puede ajustar de manera que el instante efectivo de persistencia del indicador (es decir, el instante antes del cual la curva 2410 cae por debajo del umbral 2402) puede ser extendido más allá del instante normal de persistencia del indicador según se desee. Un lector puede transmitir el comando de actualización 2412 a etiquetas individuales o puede difundir el comando de actualización 2412 a múltiples etiquetas simultáneamente. El término "difusión" según se usa en el presente documento implica que el comando es dirigido a múltiples etiquetas en lugar de a una etiqueta individualizada.

La figura 25 es un diagrama conceptual que muestra un proceso de catalogación ilustrativo 2500 sin actualización de acuerdo con formas de realización. El proceso de creación de catalogación 2500 comienza a la izquierda y continúa hacia la derecha a lo largo del eje horizontal TIEMPO. En el instante 2504, todas las etiquetas tienen valores de indicador de etiqueta catalogada "A" y el lector 2502 comienza a catalogar las etiquetas "A". En el instante 2506, el lector 2502 ha catalogado tres etiquetas y sus valores de indicador de etiqueta catalogada han sido cambiados a "B", pero el lector 2502 aún no ha catalogado tres etiquetas y sus valores de indicador permanecen igual a "A". Después del instante 2506, el lector cataloga dos etiquetas adicionales y cambia sus indicadores a "B". Sin embargo, el valor del indicador de una de las etiquetas 2514 que han sido catalogadas previamente, posiblemente la primera etiqueta catalogada, excede su tiempo de persistencia y vuelve a "A" después del instante 2506. Como resultado, en el instante 2508, mientras se han catalogado cinco de las seis etiquetas, el lector 2502 todavía tiene dos etiquetas en

el estado "A" que necesita para la catalogación. Después del instante 2508, el lector 2502 logra volver a catalogar la etiqueta 2514 y cambiar su valor del indicador a "B", pero mientras tanto, las etiquetas 2516 y 2518 catalogadas previamente han retrocedido al valor "A". Por lo tanto, en el instante 2510, aunque el lector 2502 ha catalogado cinco de las seis etiquetas, todavía no ha catalogado la última etiqueta 2512, y puede no ser capaz de dedicar suficiente tiempo a la etiqueta de catalogación 2512 si las etiquetas catalogadas previamente siguen retrocediendo.

La figura 26 es un diagrama conceptual que muestra un proceso de catalogación ilustrativo 2600 con actualización de acuerdo con formas de realización. Al igual que con el proceso de catalogación 2500 descrito anteriormente en relación con la figura 25, el proceso de catalogación 2600 comienza en el instante 2604 (similar al instante 2504 de la figura 25) y continúa hacia el instante 2606 con tres etiquetas catalogadas, similar al instante 2506 de la figura 25. A diferencia de la figura 25, después de un instante 2606 el lector 2602 transmite o difunde un comando de actualización, y el valor del indicador de la etiqueta 2614 no vuelve a "A" sino que permanece en "B" (diferente del valor del indicador de la etiqueta 2514 de la figura 25, la cual retrocede). Como resultado, en el instante 2608, se han catalogado cinco de las seis etiquetas, y ninguna ha vuelto al estado "A". En el instante 2608, el lector 2602 puede dedicar tiempo suficiente para catalogar la última etiqueta 2612, y un comando de actualización después del instante 2608 evita que las etiquetas 2616 y 2618 vuelvan a retroceder al estado "A" en el instante 2610 (compárense con las etiquetas 2516 y 2518 de la figura 25, que vuelve a retroceder al valor "A"). Por lo tanto, la funcionalidad de actualización mediante comandos le permite al lector 2602 dedicar más tiempo a buscar y catalogar etiquetas no catalogadas en lugar de catalogar etiquetas catalogadas previamente.

La funcionalidad de actualización descrita anteriormente no necesita ser utilizada solo mientras se catalogan etiquetas activamente. Por ejemplo, un lector puede transmitir señales de actualización a etiquetas ya catalogadas mientras espera que otras etiquetas entren en su campo de visión. La funcionalidad de actualización también se puede usar para ayudar a gestionar diferentes poblaciones de etiquetas. Por ejemplo, un lector puede catalogar una primera población de etiquetas en una primera sesión y usar señales de actualización de difusión para mantener los valores de los indicadores de etiqueta asociados con la primera sesión. El lector puede entonces catalogar una segunda población de etiquetas en una segunda sesión diferente de la primera, mientras continúa difundiendo señales de actualización para mantener los valores del indicador de etiquetas de la primera población. El concepto sesiones se describe en la especificación Gen2 UHF.

Como se ha sugerido anteriormente, esta funcionalidad de actualización puede ayudar a determinar la dirección del movimiento de una etiqueta en un entorno que contiene múltiples otras etiquetas. La figura 27 es un diagrama conceptual 2700 que muestra vistas laterales de un sistema SBR en diferentes etapas de un proceso de seguimiento del movimiento de etiquetas de acuerdo con formas de realización.

En el diagrama 2700, un SBR 2702 está configurado para generar los haces de RF exteriores 2712, 2714, 2718 y 2720, y un haz de RF central 2716. El SBR 2702 normalmente explora entre sus diferentes haces 2712 – 2720 (y también entre otros haces no representados en la figura 27) continuamente, para buscar etiquetas dentro de su área de cobertura (por ejemplo, como se representa en el diagrama 1080).

En la etapa 2710 del proceso de seguimiento del movimiento de etiquetas, el SBR 2702 primero cataloga las etiquetas estacionarias S1 - S4 en el contenedor 2722 y las etiquetas estacionarias S5 - S6 en el contenedor 2724 en una primera sesión. El SBR 2702 luego difunde una señal de actualización a las etiquetas estacionarias para mantenerlas en silencio en la primera sesión. En algunas formas de realización, estas etiquetas estacionarias también pueden ser catalogadas en una segunda sesión. En algunas formas de realización, los indicadores de etiqueta catalogada en la segunda sesión no retroceden mientras las etiquetas reciben energía.

En la etapa posterior 2730, un contenedor 2732 con etiquetas de interés (TOI – *tags of interest*) 2734, 2736 y 2738 se mueve hacia la derecha dentro del área de cobertura del SBR 2702. A medida que entran en el área de cobertura, el SBR 2702 cataloga estas TOI con los haces de RF exteriores 2712 y 2714, usando la segunda sesión de catalogación. Al observar estas TOI nuevas, nunca antes vistas, el SBR 2702 comienza un proceso de seguimiento que incluye el uso de una sesión alternativa que es diferente de la segunda sesión (tal como la primera sesión, aunque se puede utilizar cualquier sesión que no sea la segunda).

Un proceso de catalogación (según se describe en la especificación Gen2 UHF) implica una serie de etapas que implican el intercambio de información entre un lector (tal como el SBR 2702) y una etiqueta. El proceso provoca cambios de estado en el lector y/o la etiqueta; por ejemplo, el lector puede solicitar un identificador a la etiqueta, la etiqueta puede responder con su identificador, el lector puede acusar recibo del identificador y la etiqueta puede confirmar entonces un indicador de etiqueta catalogada en respuesta al acuse de recibo. En algunas formas de realización, un lector puede desear catalogar una etiqueta sin hacer que la etiqueta confirme su indicador de etiqueta catalogada. El lector puede hacer que no haya acuse de recibo iniciando el proceso de catalogación según se ha descrito anteriormente, pero o bien sin acusar recibo del identificador proporcionado por la etiqueta o transmitiendo

un comando de acuse de recibo negativo. El comando NAK en la Especificación Gen2 UHF es uno de esos comandos de acuse de recibo negativo.

En la etapa 2740, el SBR 2702 cataloga etiquetas con el haz central 2716 utilizando la sesión alternativa. Debido a
 5 que los TOI 2734 – 2738 aún no se han catalogado en la sesión alternativa, sus indicadores de etiqueta catalogada deben estar en el estado A (es decir, indicando que no ha sido catalogada), y deben responder al SBR 2702. Cuando el SBR 2702 recibe un identificador de uno de estos TOI 2734 – 2738, que previamente se ha determinado que era nuevo y de interés, el SBR 2702 transmite un comando de acuse de recibo negativo al TOI, lo que provoca que el TOI no cambie el estado de su etiqueta catalogada y de este modo facilitar la posterior re-catalogación.
 10 Además, debido a que el SBR 2702 ha catalogado previamente el TOI con sus haces de RF exteriores y ahora está catalogando el TOI con su haz de RF central, puede inferir que el TOI se ha movido desde el área de cobertura de los haces de RF exteriores 2712/2714 al área de cobertura del haz de RF central 2716.

Como se ha mencionado anteriormente, un lector RFID (tal como el SBR 2702) puede omitir involuntariamente (es
 15 decir, no catalogar) una etiqueta (tal como uno de los TOI 2734 – 2738) en uno de sus haces. Para compensar dichas omisiones, el SBR 2702 puede asociar los TOI que cree que se mueven juntos, tales como los TOI 2734 – 2738, en un conjunto. El SBR 2702 puede suponer esta premisa a partir del hecho de que ha catalogado los TOI 2734 – 2738 al mismo tiempo, a partir del seguimiento (o rastreo) de los TOI 2734 – 2738 moviéndose juntos durante un período de tiempo, a partir de información que se le ha proporcionado sobre los TOI 2734 – 2738, a partir
 20 de identificadores TOI similares, o de otra información o fuentes o características de los TOI. Al asumir la asociación entre los TOI, incluso si SBR 2702 omite uno de los TOI en un haz, tal como en el haz 2740, aún puede suponer que el TOI omitido se está moviendo con los otros TOI del conjunto.

En la etapa 2750, el SBR 2702 cataloga los TOI 2734 – 2738 con el haz de RF exterior 2720. Similar a la etapa
 25 2740, el SBR 2702 puede catalogar los TOI en la sesión alternativa y, después de recibir un identificador TOI y determinar que el TOI ha sido catalogado previamente, puede transmitir un comando de acuse de recibo negativo al TOI.

En el ejemplo de la figura 27, catalogando primero la etiqueta en la segunda sesión, con todas las etiquetas
 30 estáticas ya en el estado B, el SBR 2702 puede identificar rápidamente nuevos TOI. Usando comandos de acuse de recibo negativo en la sesión alternativa, el SBR 2702 puede continuar observando los TOI en un mar de etiquetas estáticas. Rastreando un TOI a través de los haces 1212, 2714, 2716 y 2720, el SBR 2702, se puede inferir que un TOI se está moviendo.

Mientras que el ejemplo de la figura 27 representa el seguimiento (o rastreo) de TOI que se mueven linealmente en
 35 una dirección (hacia la derecha), el SBR 2702 se puede configurar para hacer seguimiento de los TOI que se mueven en otras direcciones, en trayectos lineales o no lineales. Por ejemplo, el SBR 2702 se puede configurar para hacer seguimiento de los TOI que ingresan a su área de cobertura a lo largo de un eje y salen a lo largo de otro (es decir, TOI que cambian la dirección del movimiento dentro del área de cobertura SBR). Del mismo modo, el SBR
 40 2702 se puede configurar para hacer seguimiento de TOI que se mueven en una trayectoria curva.

En algunas formas de realización, un SBR puede usar comandos de actualización de etiquetas como se ha descrito
 anteriormente para ayudar en el seguimiento de etiquetas. Por ejemplo, el SBR 2702 puede usar comandos de
 45 actualización para mantener los indicadores de etiqueta catalogada de las etiquetas estáticas en los contenedores 2722 y 2724. La figura 28 muestra un diagrama de temporización 2800 para un proceso de seguimiento de etiquetas con comandos de actualización de etiquetas según formas de realización. El diagrama de temporización 2800 muestra los valores de los indicadores de la sesión uno (S1) y dos (S2) un TOI 2802 y dos etiquetas estáticas 2804 y 2806. En el diagrama de temporización 2800, se confirma un indicador cuando su valor es alto y no se confirma cuando su valor es bajo. El eje horizontal del diagrama de temporización 2800 representa el tiempo, con eventos a la
 50 izquierda que preceden a los eventos de la derecha.

En el instante inicial 2810, un SBR cataloga las etiquetas estáticas 2804 y 2806 en ambas sesiones S1 y S2 y les
 ordena que confirmen sus indicadores S1 y S2. Mientras que el diagrama de temporización 2800 representa estas
 55 etiquetas como que se han catalogado en ambas sesiones al mismo tiempo, en formas de realización típicas las etiquetas se catalogan primero en una sesión y luego en la otra sesión.

En el instante posterior 2812, el SBR transmite un comando de actualización a las etiquetas estáticas 2804 y 2806
 como se ha descrito anteriormente. Sin el comando de actualización en el instante 2812, los indicadores S1 de las
 60 etiquetas estáticas 2804/2806 se deteriorarían (como se representa por medio de las curvas de puntos) poco después del instante 2812. En la forma de realización representada, los indicadores S2 de las etiquetas estáticas 2804/2806 no se deterioran, porque el valor del indicador S2 de una etiqueta persiste cuando la etiqueta es alimentada (como se describe en la Especificación Gen2).

En el instante 2814, el SBR cataloga el TOI 2802 en la sesión S2 y hace que su indicador de sesión S2 se confirme como resultado de ser catalogado.

En el instante 2816, el SBR transmite otro comando de actualización a las etiquetas estáticas 2804/2806 para mantener sus valores de indicador S1, que de otro modo se deteriorarían.

En el instante 2818, el SBR cataloga el TOI 2802 en la sesión S1. Después de recibir un identificador del TOI 2802, el SBR transmite un comando de acuse de recibo negativo (tal como un comando NAK Gen2), lo que provoca que el indicador de sesión S1 del TOI 2802 permanezca sin confirmar.

En los instantes 2820 y 2822, el SBR transmite comandos de actualización para mantener los valores del indicador de sesión S1 de las etiquetas estáticas 2804 y 2806. En el instante 2824, el SBR cataloga de nuevo el TOI 2802 en la sesión S1 y finaliza el proceso de catalogación transmitiendo un comando NAK, dejando el indicador de sesión S1 del TOI 2802 sin confirmar.

Usando primero la sesión S2 para encontrar el TOI 2802 entre las etiquetas estáticas cuyos indicadores de sesión S2 se mantienen confirmados, y luego usar la sesión S1 y los NAK para leer el TOI 2802 varias veces entre las etiquetas estáticas cuyos indicadores de sesión S1 se actualizan, el SBR puede catalogar el TOI 2802, en haces múltiples como se ha descrito anteriormente, y rastrear (o hacer seguimiento de) su movimiento. Por supuesto, las elecciones de indicador de sesión anteriores son arbitrarias; los indicadores de sesión S1 y S2 podrían intercambiarse, o se podría usar el indicador de sesión S3 en lugar del indicador de sesión S1, o se podría usar el indicador de sesión S3 en lugar del indicador de sesión S2, o las etiquetas podría tener indicadores de sesión de cliente con diferentes nombres y atributos.

La figura 29 es un diagrama de flujo de un proceso de seguimiento de etiquetas 2900, tal como puede ser realizado por un SBR tal como el SBR 2702, de acuerdo con formas de realización.

En la etapa 2902, el SBR determina si se deben catalogar etiquetas o transmitir un comando de actualización de indicador. El SBR puede determinar si se debe transmitir un comando de actualización en función de si ha catalogado recientemente algún TOI, el tiempo transcurrido desde el último comando de actualización, el número de etiquetas estáticas, o cualquier otra condición adecuada o combinación de condiciones.

Si el SBR elige enviar un comando de actualización, entonces transmite un comando de actualización en la etapa 2906, tal como se ha descrito anteriormente en relación con la etapa 2706 de la figura 27. Si el SBR elige catalogar etiquetas, entonces puede recibir un identificador de una etiqueta estática o un TOI. El SBR puede determinar si una etiqueta es estática o un TOI en base a cualquiera de los criterios descritos anteriormente, tal como si el SBR ha observado la etiqueta previamente, si la etiqueta se está moviendo, si la etiqueta tiene un identificador de interés, etc. El SBR puede usar múltiples de sus haces de RF para catalogar etiquetas, y puede usar una o más sesiones. A menos que el SBR observe un TOI, vuelve a la etapa 2902.

Si el SBR encuentra un TOI potencial entonces, en la etapa 2908, determina si el TOI ha sido observado previamente. Si se confirma, entonces el SBR puede evaluar un parámetro TOI (por ejemplo, si el TOI se está moviendo, de qué dirección viene o va, velocidad, trayectoria, etc.) en la etapa 2910. Si el TOI no está confirmado, entonces el SBR vuelve a la etapa 2902 sin evaluar un parámetro TOI. Posteriormente, el lector vuelve a la etapa 2902.

En algunas formas de realización, el SBR prioriza el orden en el que realiza las tareas en la etapa 2902 ya sea en una secuencia fija o dinámicamente, en base a información recibida de las etiquetas o de fuentes externas.

Mientras que el proceso anterior de seguimiento de etiquetas usa la sesión S1, que se degrada con el tiempo, en otras formas de realización el proceso puede usar una sesión diferente que no se degrade mientras se alimenta la etiqueta, tal como S3. En estas formas de realización, la etapa de actualización 2906 se puede omitir.

Las etapas descritas en los procesos 1800, 2300 y 2900 son solo para fines ilustrativos. La gestión de etiquetas RFID utilizando SBR se puede realizar empleando etapas adicionales o menos etapas y en diferentes órdenes usando los principios descritos en este documento. Por supuesto, el orden de las etapas se puede modificar, se pueden eliminar algunas etapas o se pueden añadir otras etapas según otras formas de realización.

Mientras que en la descripción anterior, los haces de RF para transmitir y recibir son sintetizados por un SBR, en formas de realización no reivindicadas, uno o más de los haces, en una o en las dos funcionalidades de transmisión y recepción, se pueden generar sin el uso de una antena de haz sintetizado. Por ejemplo, los haces de transmisión pueden ser generados por una antena de haz sintetizado pero el haz de recepción puede utilizar una antena estática

tal como una antena plana, mono-polo, dipolo, etc. Como otro ejemplo, los haces sintetizados pueden ser reemplazados por múltiples antenas estáticas acopladas a uno o más lectores.

La descripción detallada anterior ha establecido varias formas de realización de los dispositivos y/o procesos a través del uso de diagramas y/o ejemplos de bloques. En la medida en que dichos diagramas y/o ejemplos de bloques contengan una o más funciones y/o aspectos, los expertos en la técnica entenderán que cada función y/o aspecto dentro de dichos diagramas de bloques o ejemplos se pueden implementar individual y/o colectivamente, por medio de una amplia gama de hardware, software, firmware o prácticamente cualquier combinación de los mismos. Los expertos en la materia reconocerán que algunos aspectos de las formas de realización descritas en este documento, en su totalidad o en parte, se pueden implementar de manera equivalente empleando circuitos integrados, tal como uno o más programas informáticos ejecutándose en uno o más ordenadores (por ejemplo, como uno o más programas informáticos ejecutándose en uno o más sistemas informáticos), como uno o más programas que ejecutándose en uno o más procesadores (por ejemplo, como uno o más programas que se ejecutan en uno o más microprocesadores), como firmware o prácticamente cualquier combinación de los mismos, y que el diseño de los circuitos y/o escritura del código para el software y/o firmware estarían dentro de la experiencia de un experto en la técnica a la luz de esta descripción.

La presente descripción no debe limitarse en términos de las formas de realización particulares descritas en esta solicitud, que pretenden ser ilustrativas de diversos aspectos. Se pueden realizar muchas modificaciones y variaciones sin apartarse de su alcance, tal y como será evidente para los expertos en la técnica. Procedimientos y aparatos funcionalmente equivalentes dentro del alcance de la descripción, además de los enumerados aquí, serán evidentes para los expertos en la técnica a partir de las descripciones anteriores. Dichas modificaciones y variaciones pretenden caer dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas. La presente divulgación se debe limitar únicamente por los términos de las reivindicaciones adjuntas, junto con el alcance completo de equivalentes a los que se refieren dichas reivindicaciones. Se debe entender que esta divulgación no está limitada a procedimientos, configuraciones, antenas, líneas de transmisión y similares en particular, que pueden, por supuesto, cambiar. También se debe entender que la terminología utilizada en este documento tiene el propósito de solamente describir formas de realización particulares, y no pretende ser limitante.

Con respecto al uso de sustancialmente cualquier término plural y/o singular en el presente documento, los expertos en la técnica pueden traducir del plural al singular y/o del singular al plural, según sea apropiado para el contexto y/o aplicación. Las diversas permutaciones singular/plural se pueden establecer expresamente en el presente documento, en aras de la claridad.

Los expertos en la técnica entenderán que, en general, los términos usados en la presente memoria, y especialmente en las reivindicaciones adjuntas (por ejemplo, cuerpos de las reivindicaciones adjuntas) se consideran generalmente términos "abiertos" (por ejemplo, el término "incluyendo" se debe interpretar como "incluyendo pero no limitado a," el término "tener" se debe interpretar como "tener al menos", el término "incluye" se debe interpretar como "incluye pero no se limita a", etc.). Los expertos en la técnica entenderán además que, si se hace referencia un número específico de citación de una reivindicación introducida, dicha referencia se mencionará explícitamente en la reivindicación, y en ausencia de dicha citación, dicha referencia no existe. Por ejemplo, como ayuda para su entendimiento, las siguientes reivindicaciones adjuntas pueden contener el uso de las frases introductorias "al menos una" y "una o más" para introducir la citación de reivindicaciones. Sin embargo, el uso de dichas frases no se debe interpretar como que la introducción de una citación de una reivindicación mediante el artículo indefinido "una" limita cualquier reivindicación particular que contenga dicha citación de reivindicación introducida en formas de realización que contienen solo una de dichas citaciones, incluso cuando la misma reivindicación incluye las frases introductorias "una o más" o "al menos una" y artículos indefinidos como "una" (por ejemplo, "una" debe interpretarse en el sentido de "al menos una" o "una o más"); lo mismo es válido para el uso de artículos definidos utilizados para introducir citaciones de reivindicaciones. Adicionalmente, incluso si se cita explícitamente un número específico de una citación de reivindicación introducida, los expertos en la materia reconocerán que dicha citación se debe interpretar como que significa al menos el número citado (por ejemplo, la simple citación de "dos citaciones", sin otros modificadores, significa al menos dos citaciones, o dos o más citaciones).

Además, en aquellos casos en los que se usa una convención análoga a "al menos uno de entre A, B y C, etc.", en general, dicha construcción pretende en el sentido de que alguien con experiencia en la técnica entendería la convención (por ejemplo, "un sistema que tenga al menos uno de entre A, B y C" incluiría, pero no se limitaría a, sistemas que tienen solo A, solo B, solo C, A y B juntos, A y C juntos, B y C juntos, y/o A, B y C juntos, etc.). Los expertos en la materia entenderán mejor que prácticamente cualquier palabra y/o frase disyuntiva que presente dos o más términos alternativos, ya sea en la descripción, las reivindicaciones o los dibujos, se debe entender que contempla las posibilidades de incluir uno de los términos, cualquiera de los términos, o ambos términos. Por ejemplo, la frase "A o B" se entenderá que incluye las posibilidades de "A" o "B" o "A y B".

Como entenderá un experto en la técnica, para cualquiera o todos los fines, tal como en términos de proporcionar una descripción escrita, todos los intervalos descritos en la presente memoria también abarcan todos y cada uno de los posibles sub-intervalos y combinaciones de sub-intervalos de los mismos. Cualquier intervalo listado puede reconocerse fácilmente como que describe suficientemente y permite que el mismo intervalo se descomponga en al menos mitades, tercios, cuartos, quintos, décimas, etc. iguales. Como un ejemplo no limitante, cada intervalo comentado en este documento se puede desglosar fácilmente en un tercio inferior, un tercio medio y un tercio superior, etc. Como entenderá también un experto en la materia, todas las expresiones como "hasta", "al menos", "mayor que", "menor que" y similares, incluyen el número citado y se refieren a intervalos que se pueden dividir posteriormente en sub-intervalos según se discutió anteriormente. Finalmente, tal como entenderá un experto en la técnica, un intervalo incluye a cada miembro individual. Por lo tanto, por ejemplo, un grupo que tiene 1 – 3 celdas se refiere a grupos que tienen 1, 2 o 3 celdas. De manera similar, un grupo que tiene 1 – 5 celdas se refiere a grupos que tienen 1, 2, 3, 4 o 5 celdas, etc.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para catalogar una etiqueta de identificación por radio frecuencia (RFID) (2110) que comprende:
 - 5 controlar un primer lector de haz sintetizado (2102) y un segundo lector de haz sintetizado (2104) para orientar un primer haz (2112) desde el primer lector de haz sintetizado (2102) hacia una ubicación objetivo y un segundo haz (2114) desde el segundo lector de haz sintetizado (2104) hacia la ubicación objetivo;
 - transmitir, simultáneamente, desde el primer lector de haz sintetizado (2102) una señal de RF modulada de
10 catalogación y desde el segundo lector de haz sintetizado (2104) una señal de RF no modulada;
 - recibir, en respuesta a la señal de RF modulada de catalogación, una respuesta de la etiqueta en uno de entre el primer (2102) y segundo lectores de haz sintetizado (2104); y
 - 15 transmitir, desde uno de entre el primer (2102) y segundo (2104) lectores de haz sintetizado, una señal de RF modulada de acuse de recibo en respuesta a la respuesta de la etiqueta, y desde el otro de entre el primer (2102) y segundo (2104) lectores de haz sintetizado una señal de RF no modulada.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la ubicación objetivo incluye al menos una de entre:
 - 20 un área de cobertura de haz, identificada por el uno o más lectores de haz sintetizado;
 - una ubicación en el suelo de una instalación en la que se ubican los lectores de haz sintetizado;
 - una ubicación física definida por un conjunto de coordenadas cartesianas o polares.
3. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además ajustar al menos uno de entre una potencia y una
25 frecuencia de la señal de RF de al menos uno de entre el primer (2102) y segundo (2104) lectores de haz sintetizado para aumentar el rango de catalogación de la etiqueta RFID (2110).
4. El procedimiento de la reivindicación 3, en el que el ajuste comprende barrer en un rango de valores.
5. El procedimiento de la reivindicación 3, en el que el ajuste es adaptativo y se basa en una o más de entre:
 - 30 una condición ambiental;
 - una respuesta de etiqueta recibida;
 - una característica de rendimiento de etiqueta; y
 - un tamaño de población de etiquetas.
6. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además orientar el segundo haz hacia una pluralidad de
35 ubicaciones en las proximidades de la ubicación objetivo.
7. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además configurar el segundo lector de haz sintetizado
40 (2104), en respuesta a al menos uno de entre:
 - determinar que el primer haz es un haz exterior;
 - determinar que una cantidad de etiquetas catalogadas es menor que una cantidad esperada; y
 - determinar que la etiqueta se mueve hacia una periferia del campo de visión del primer lector de haz sintetizado (2102).
8. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el control incluye comunicar, desde un controlador (2120), la
45 ubicación objetivo al primer lector RFID de haz sintetizado (2102) y al segundo lector RFID de haz sintetizado (2104).
9. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el control incluye comunicar, desde el primer lector de haz
50 sintetizado (2102), la ubicación objetivo al segundo lector de haz sintetizado (2104).
10. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el control incluye almacenar la ubicación objetivo y un instante de la ubicación objetivo correspondiente en el primer (2102) y segundo (2104) lectores RFID de haz sintetizado.
11. El procedimiento de la reivindicación 10, que comprende además orientar el primer haz (2112) y el segundo haz
55 (2114) hacia la ubicación objetivo en el instante de la ubicación objetivo.
12. El procedimiento de la reivindicación 10, que comprende además controlar el instante de la localización objetivo
60 entre el primer (2102) y segundo (2104) lectores de haz sintetizado mediante al menos uno de entre:
 - un temporizador;
 - una señal de inicio; y

una comunicación desde uno de entre el primer (2102) y segundo (2104) lectores de haz sintetizado al otro de entre el primer (2102) y segundo (2104) lectores de haz sintetizado.

13. Un sistema de catalogación de identificación por radio frecuencia (RFID) que comprende:
- 5 un primer lector de haz sintetizado (2102);
un segundo lector de haz sintetizado (2104); y
un controlador (2120), en el que el sistema está configurado para realizar las etapas de la reivindicación 1.

100

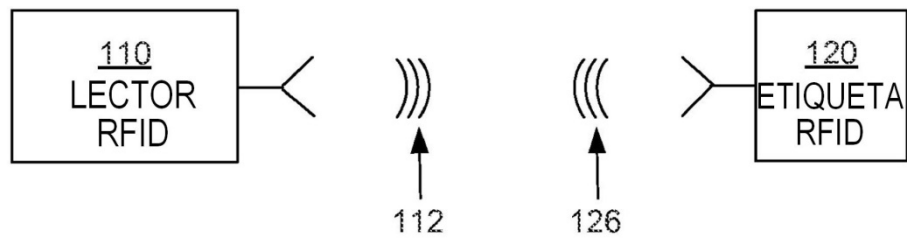
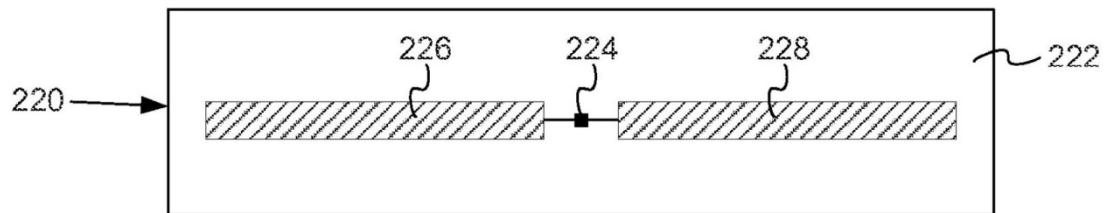
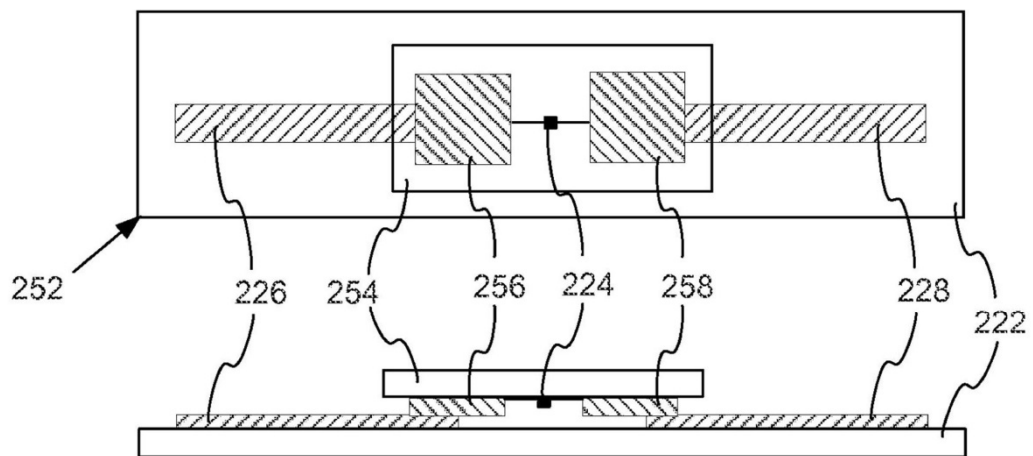


FIG. 1

200



250



260

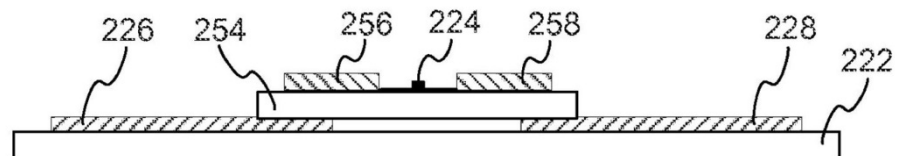
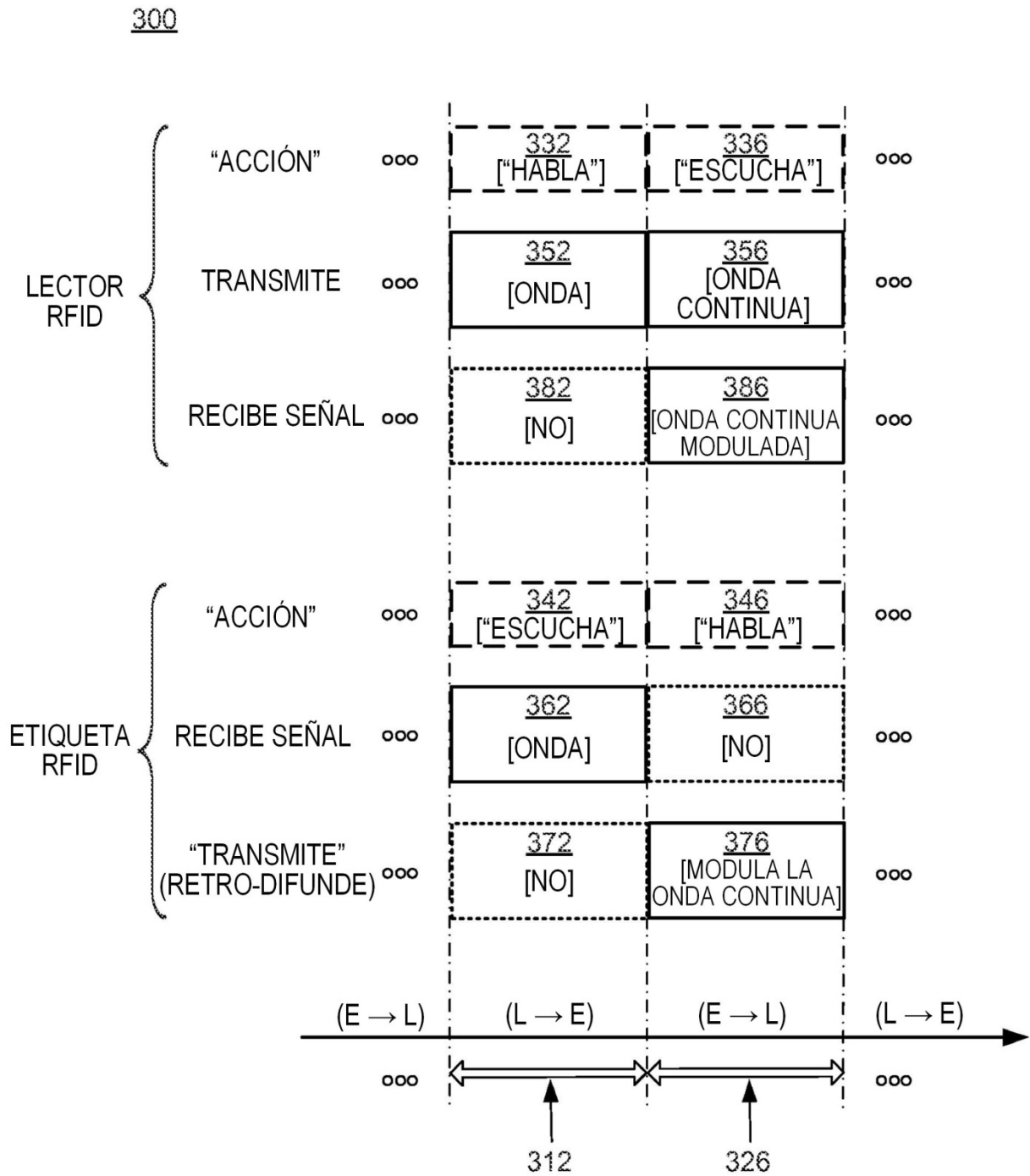


FIG. 2



COMUNICACIÓN SISTEMA RFID

FIG. 3

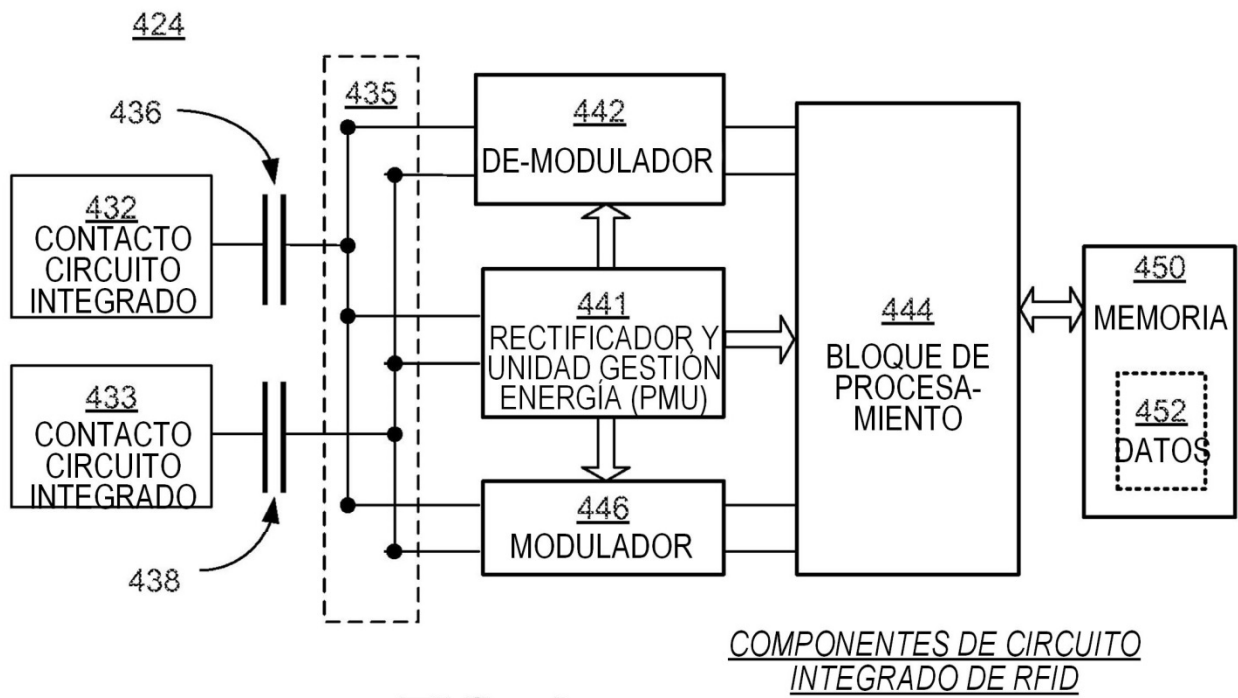


FIG. 4

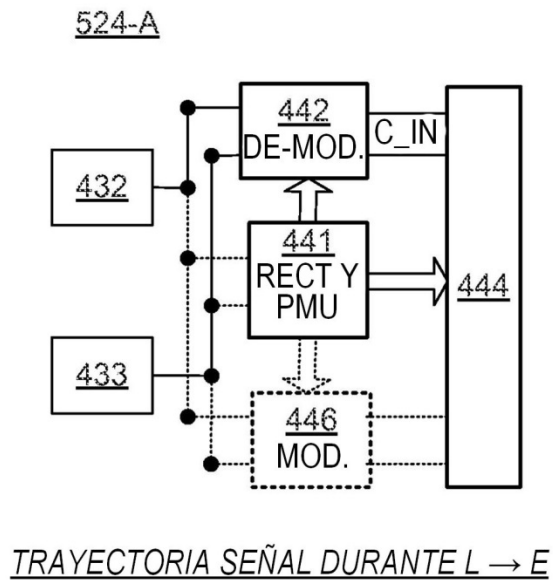


FIG. 5A

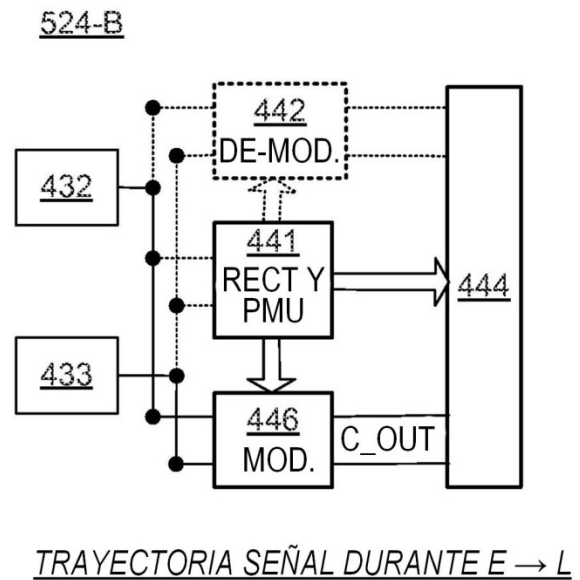
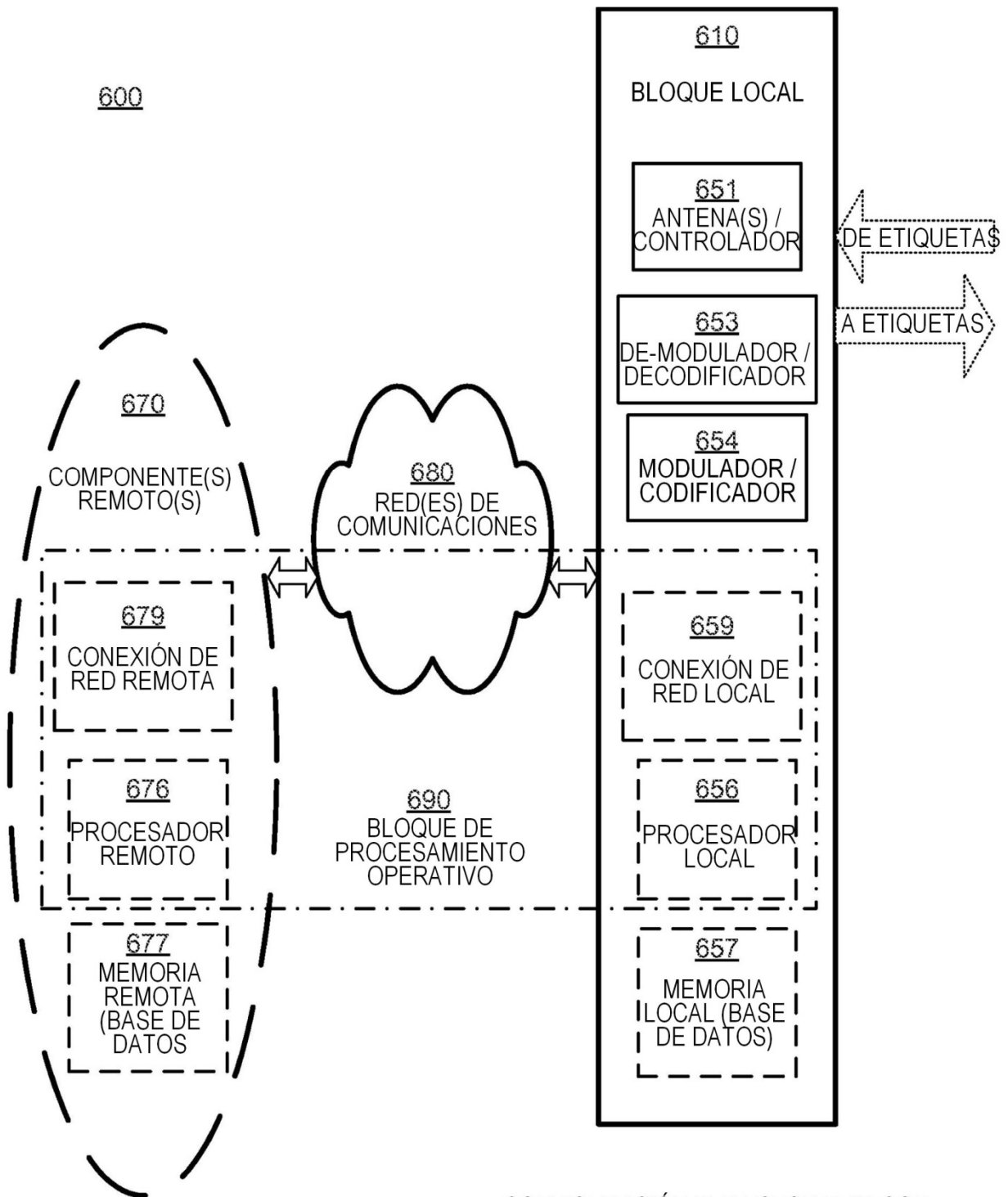


FIG. 5B



CONFIGURACIÓN DE LECTOR RFID CON COMPONENTES LOCALES Y REMOTOS OPCIONALES

FIG. 6

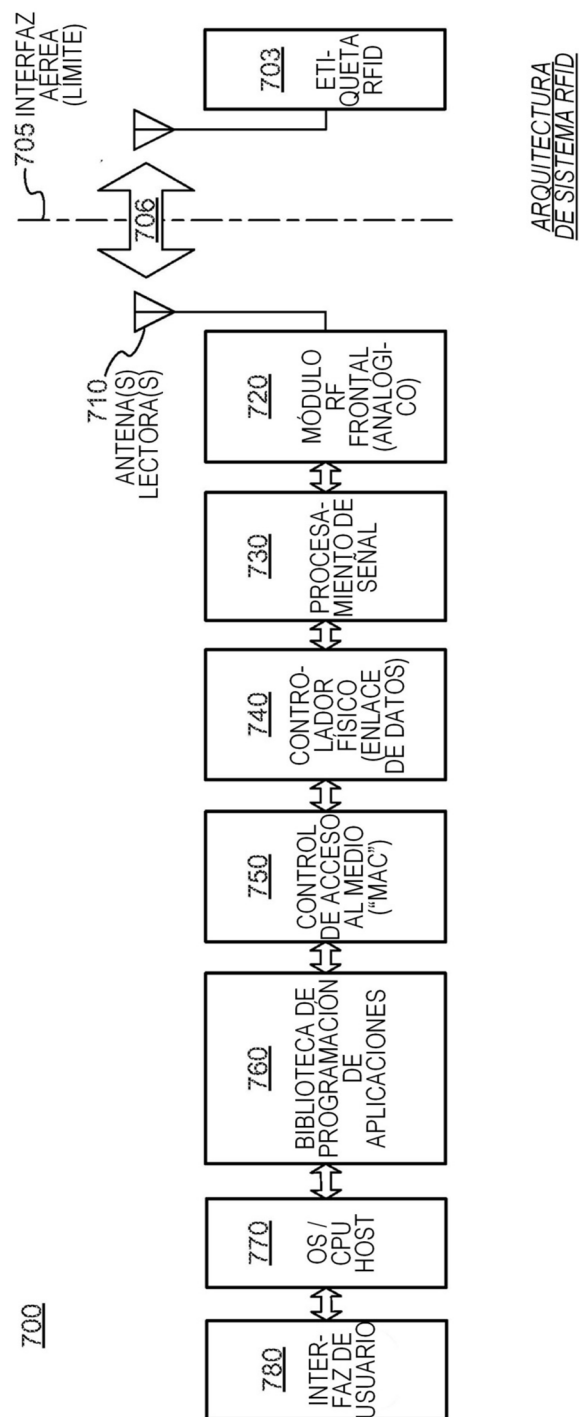


FIG. 7

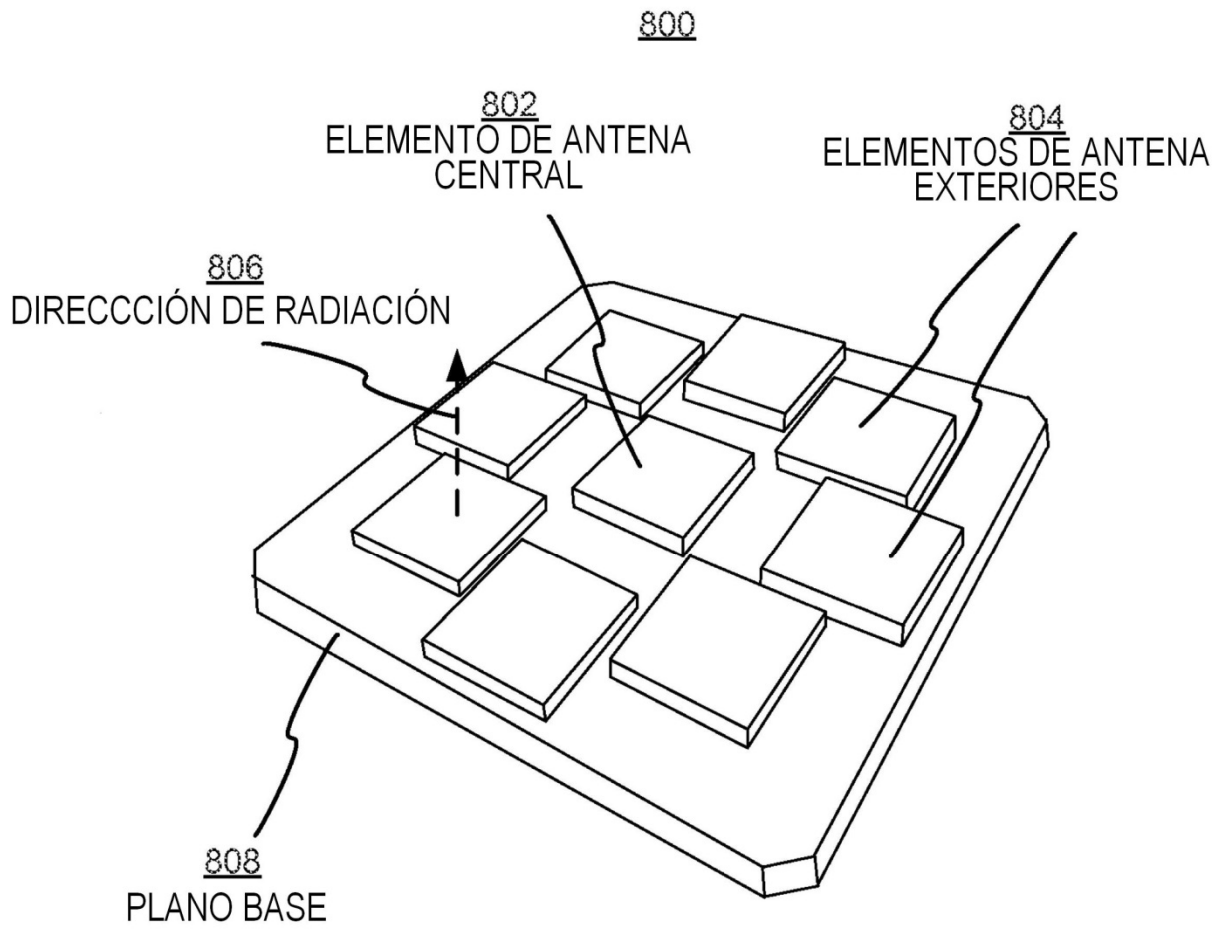


FIG. 8

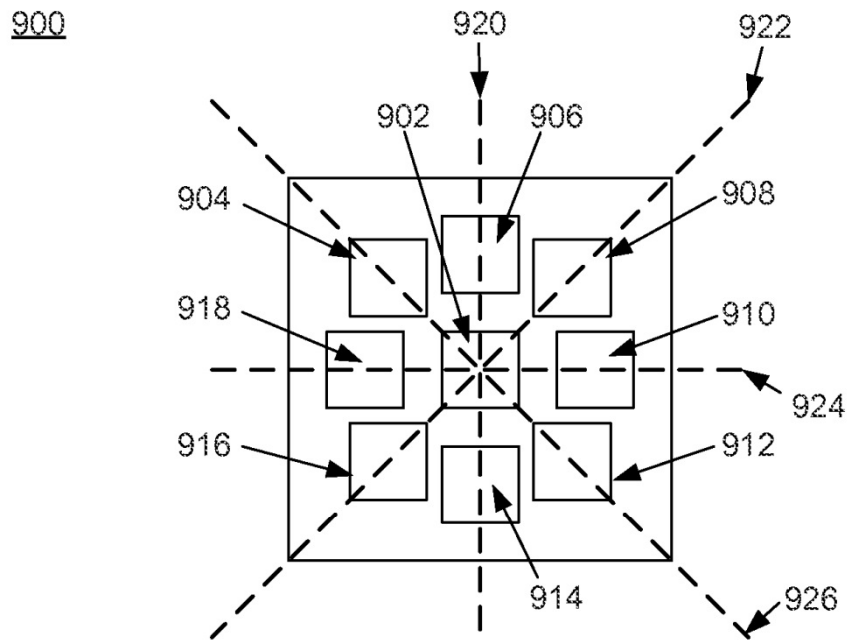


FIG. 9A

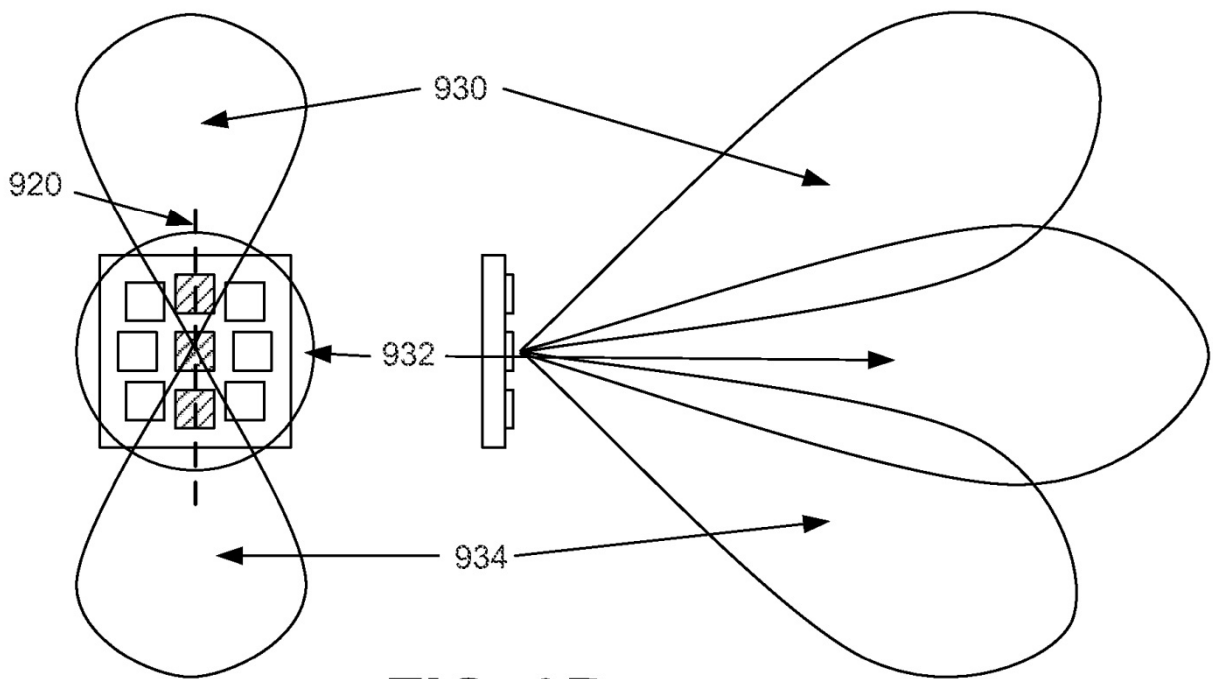


FIG. 9B

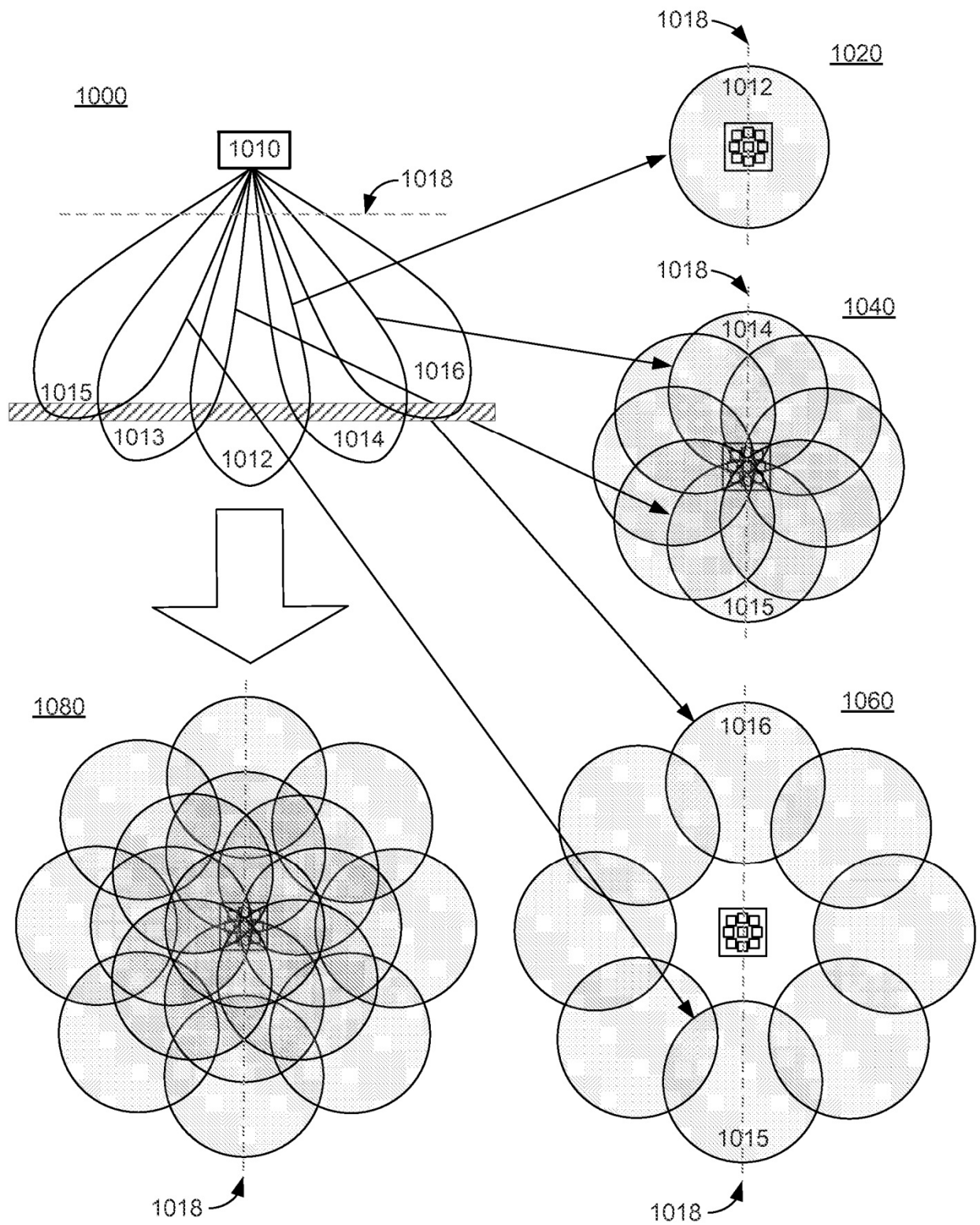


FIG. 10

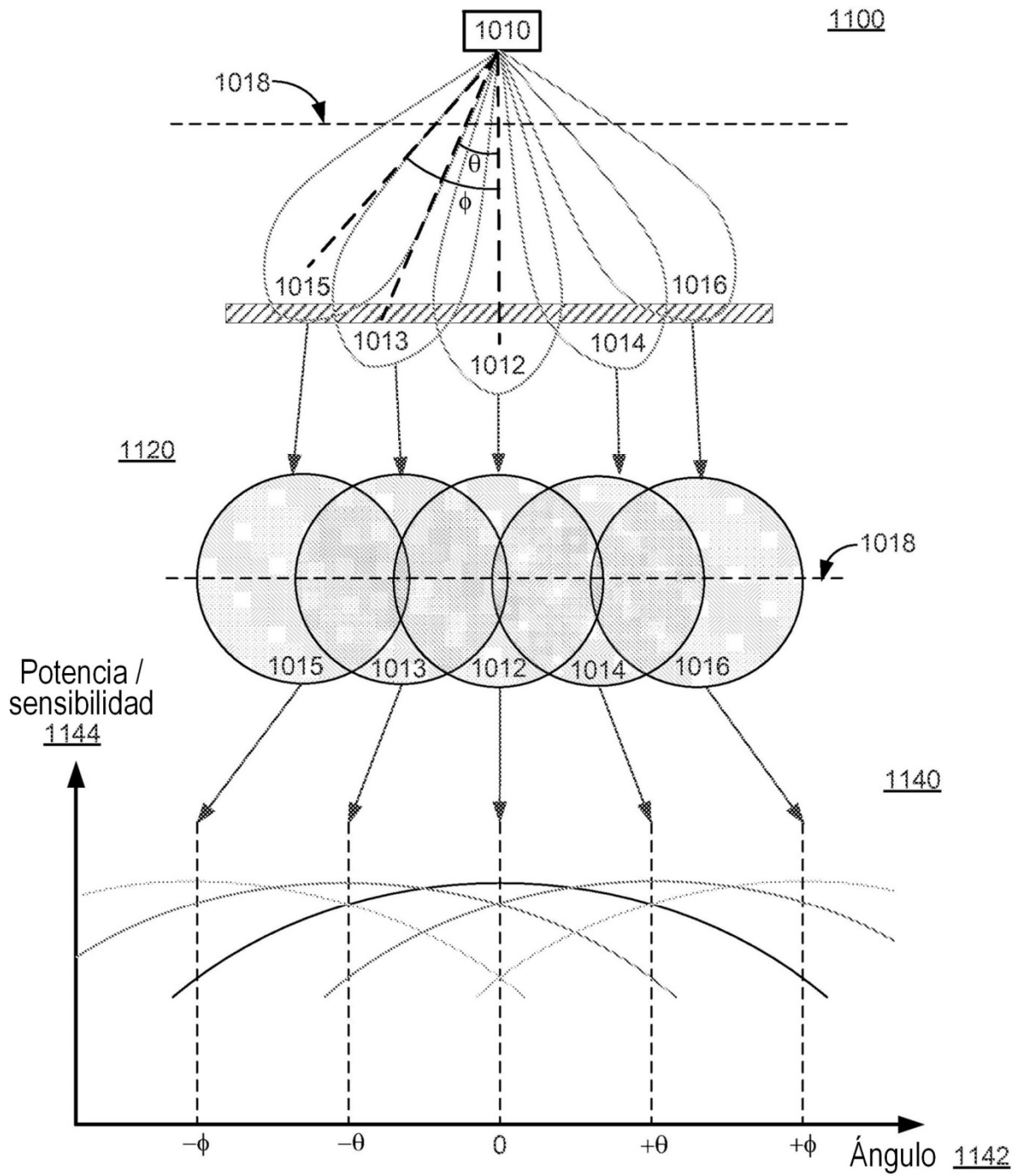


FIG. 11

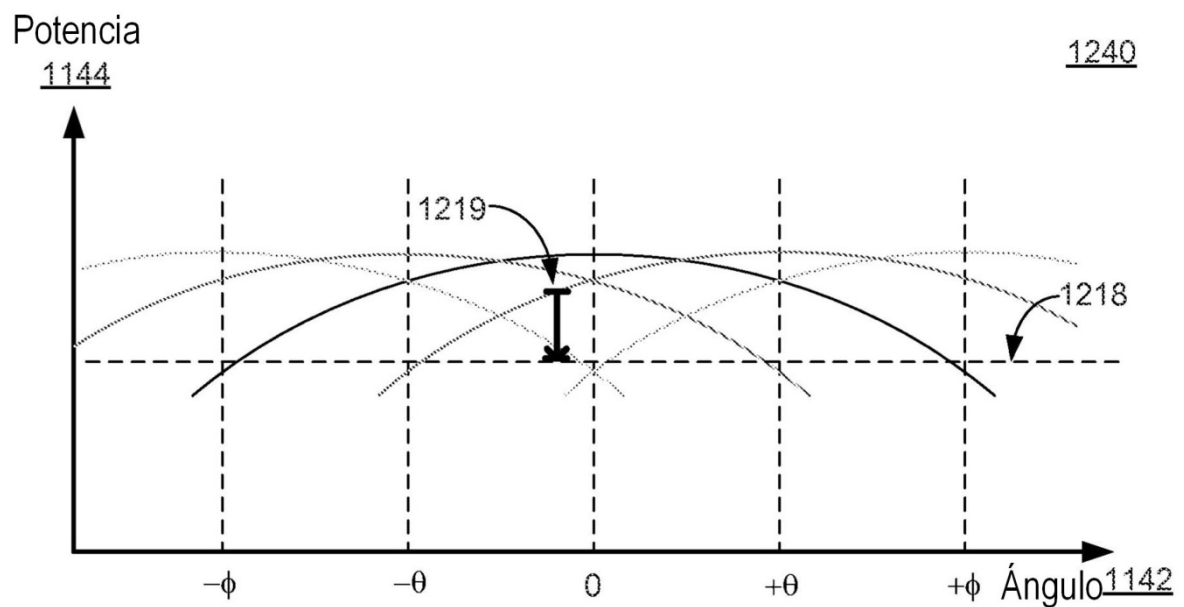
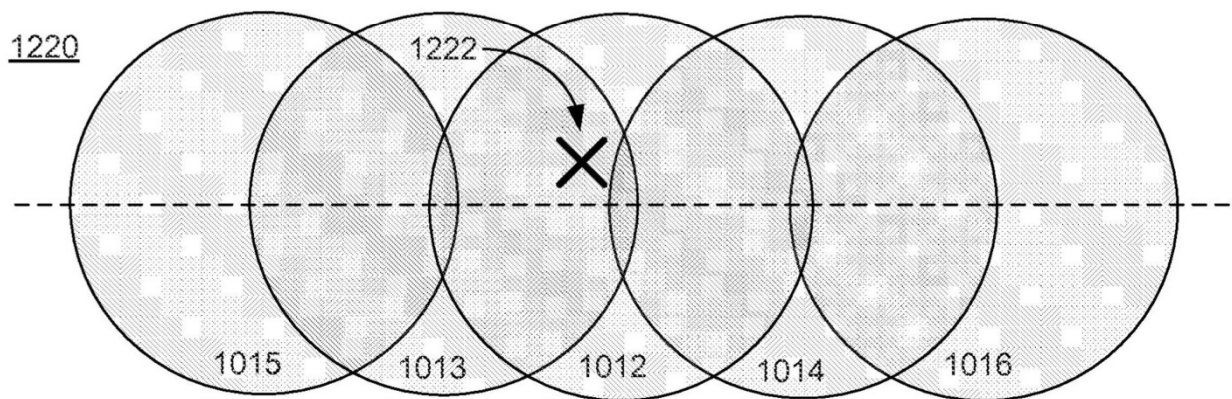
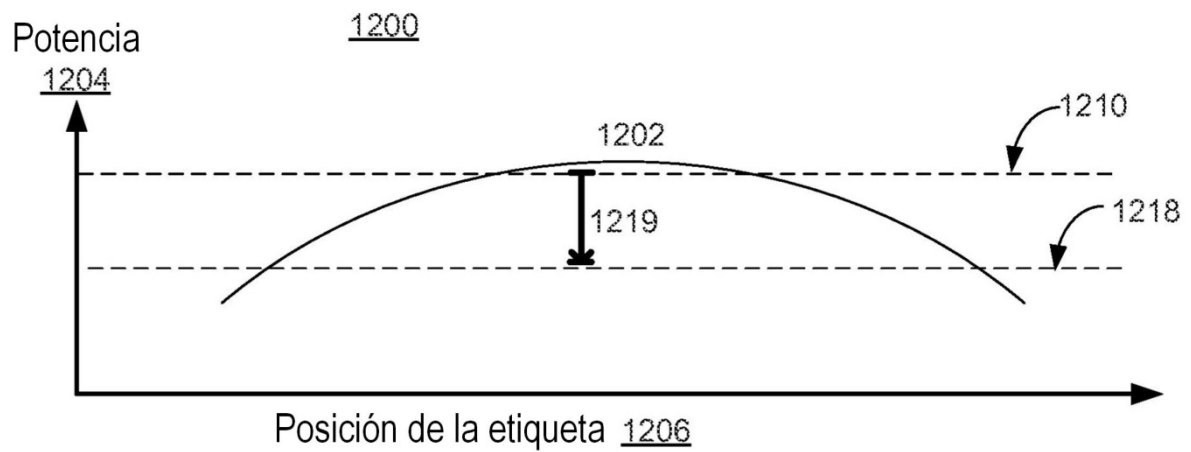


FIG. 12

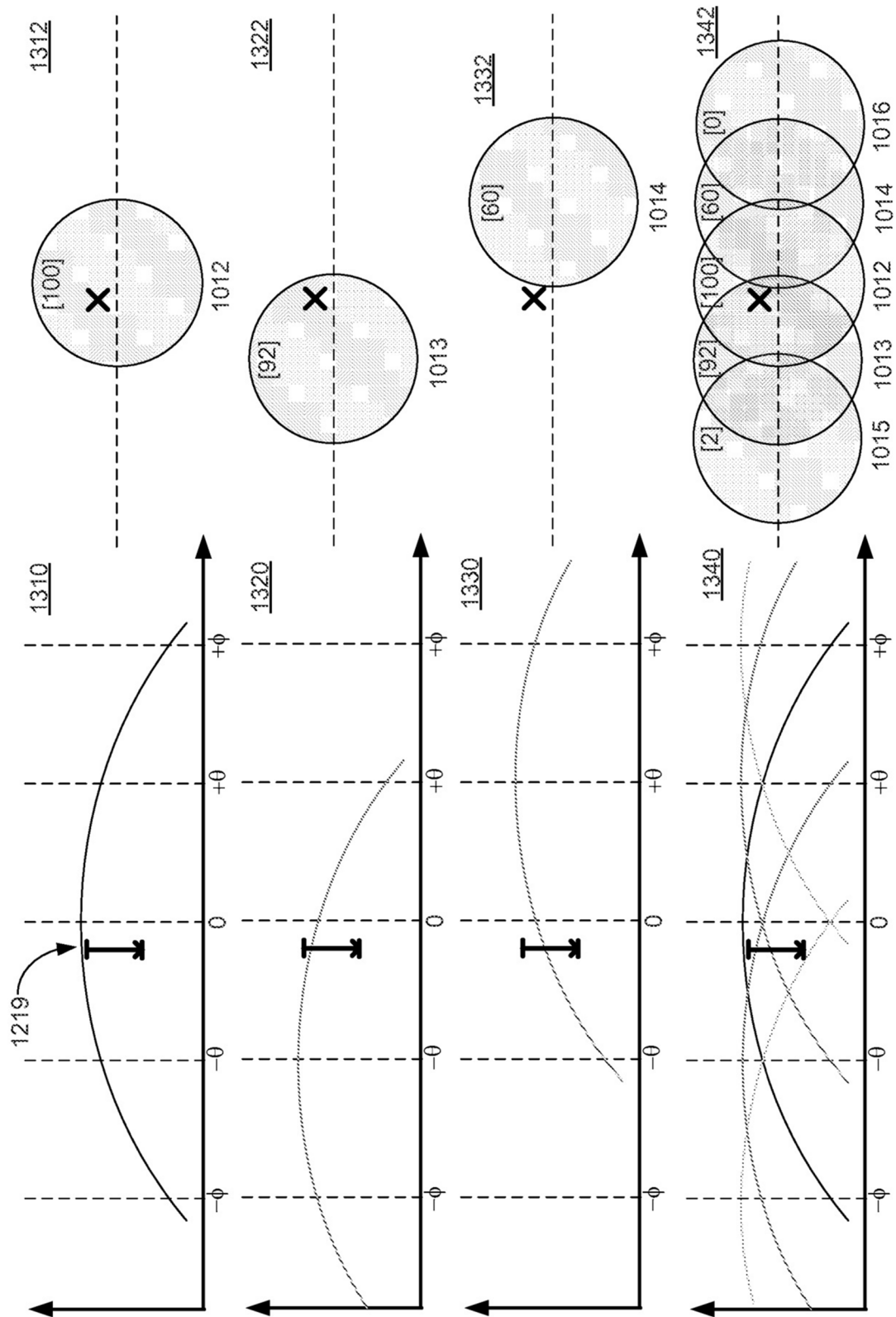


FIG. 13

1400

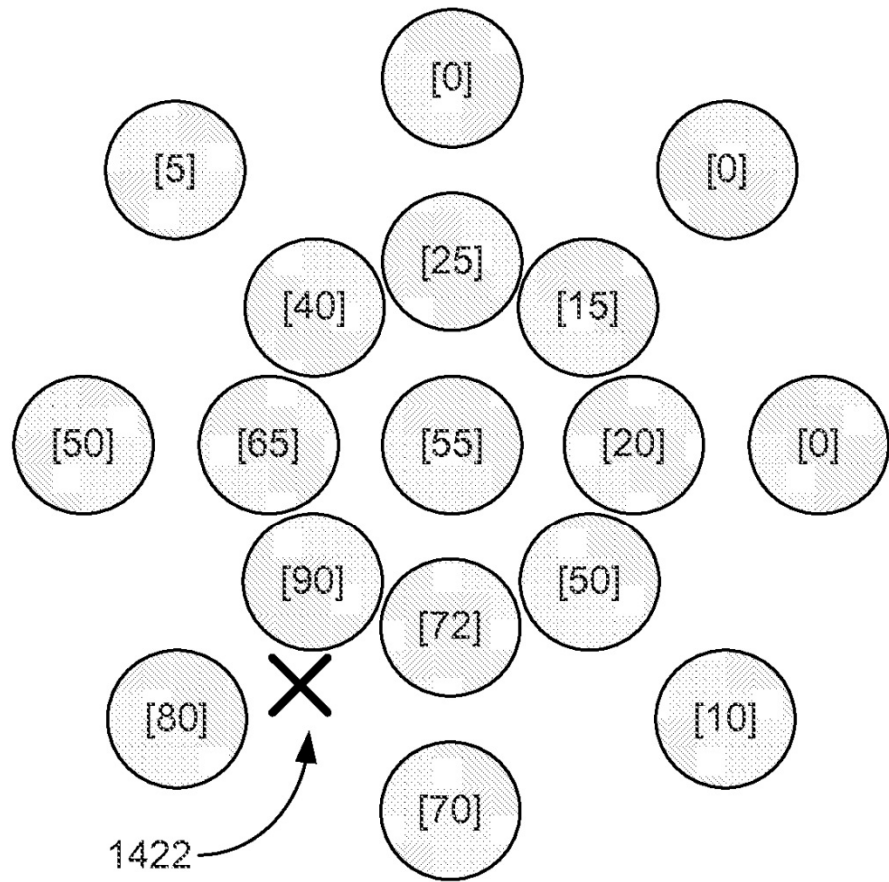


FIG. 14

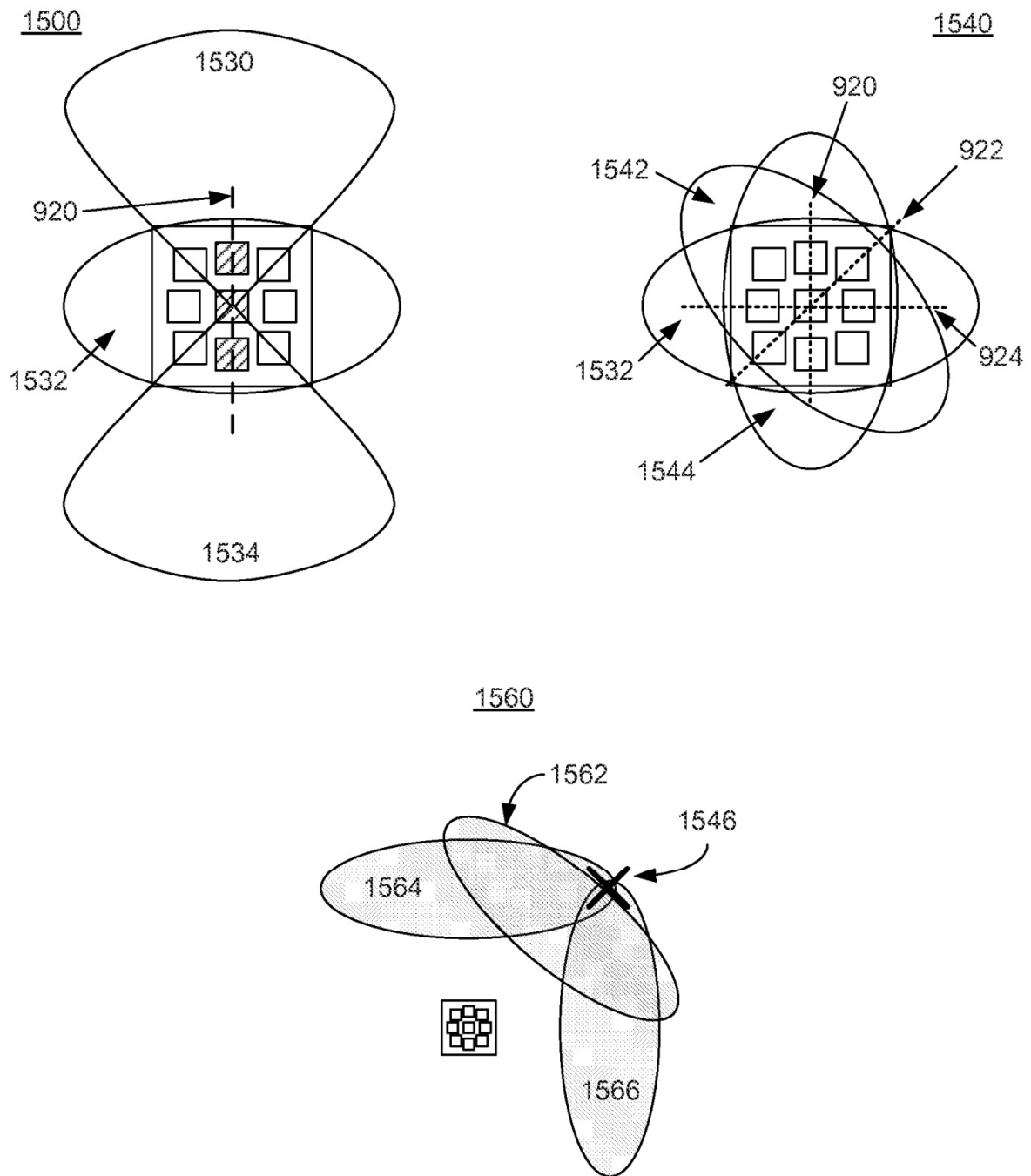


FIG. 15

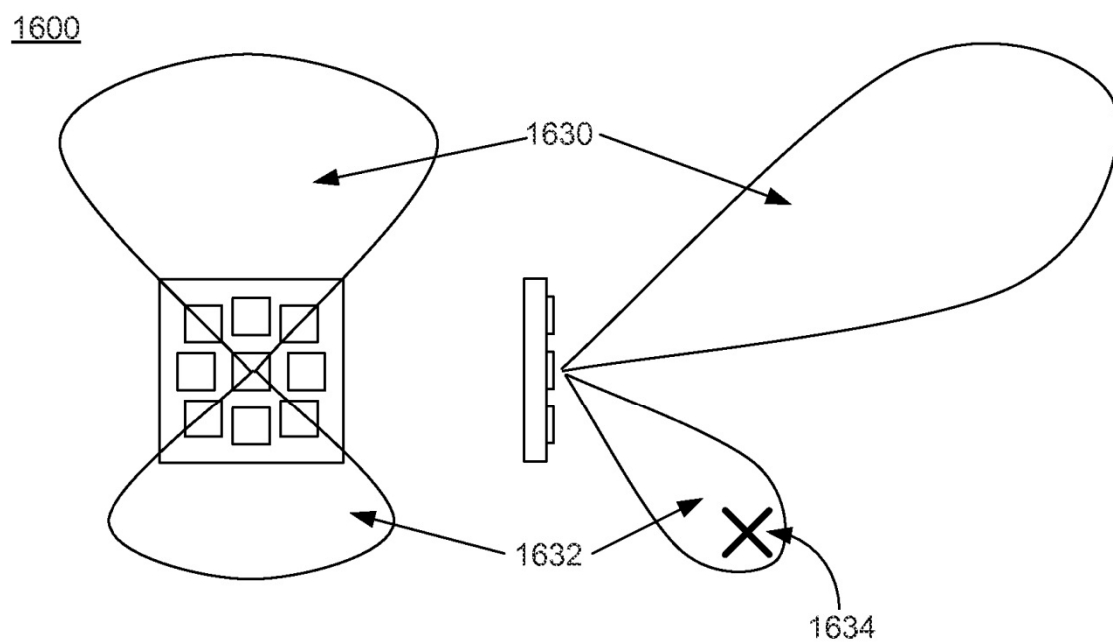


FIG. 16

1700

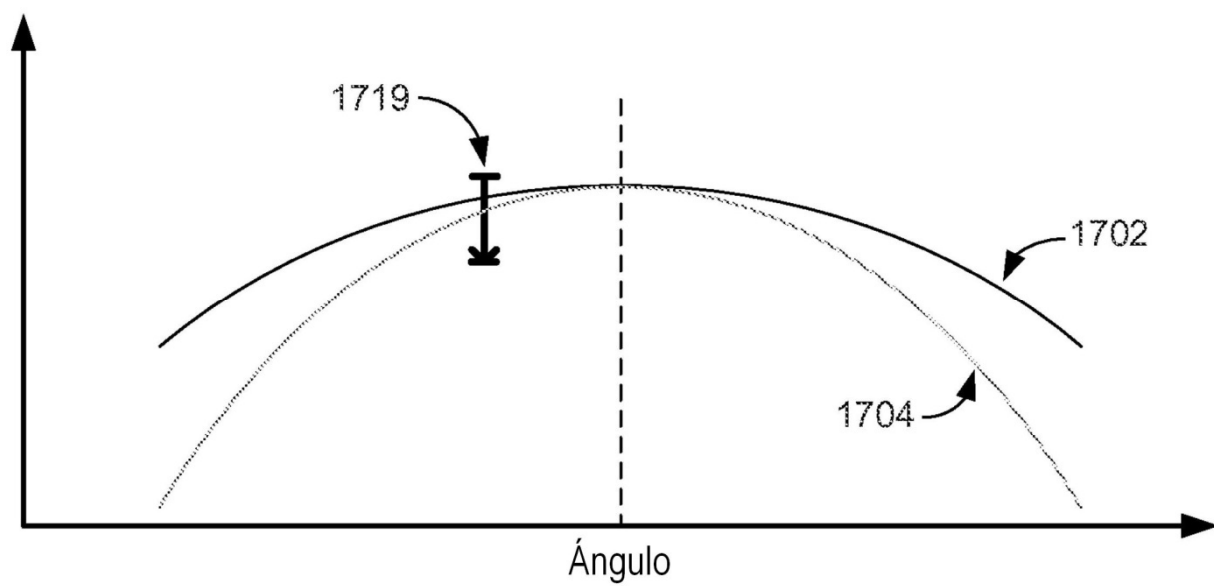


FIG. 17

1800

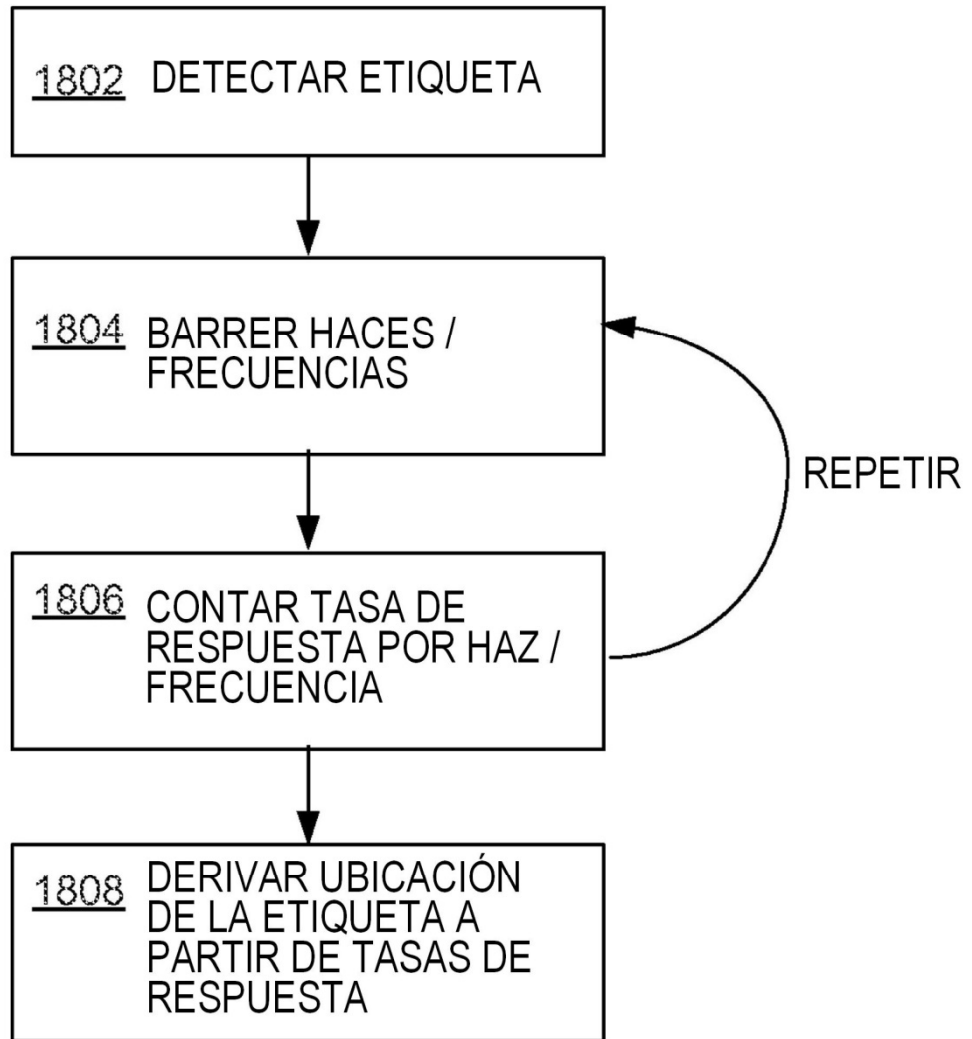


FIG. 18

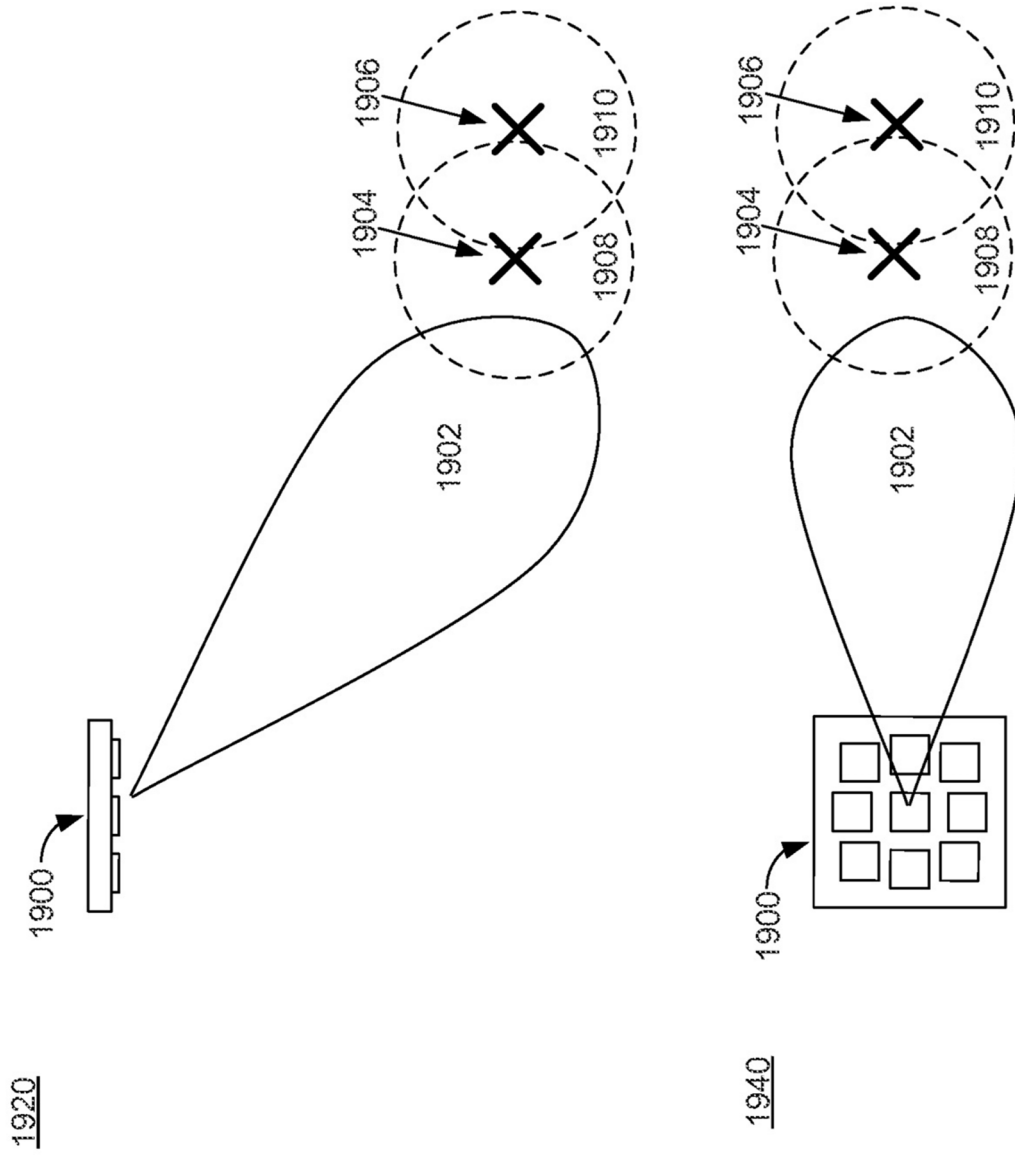


FIG. 19

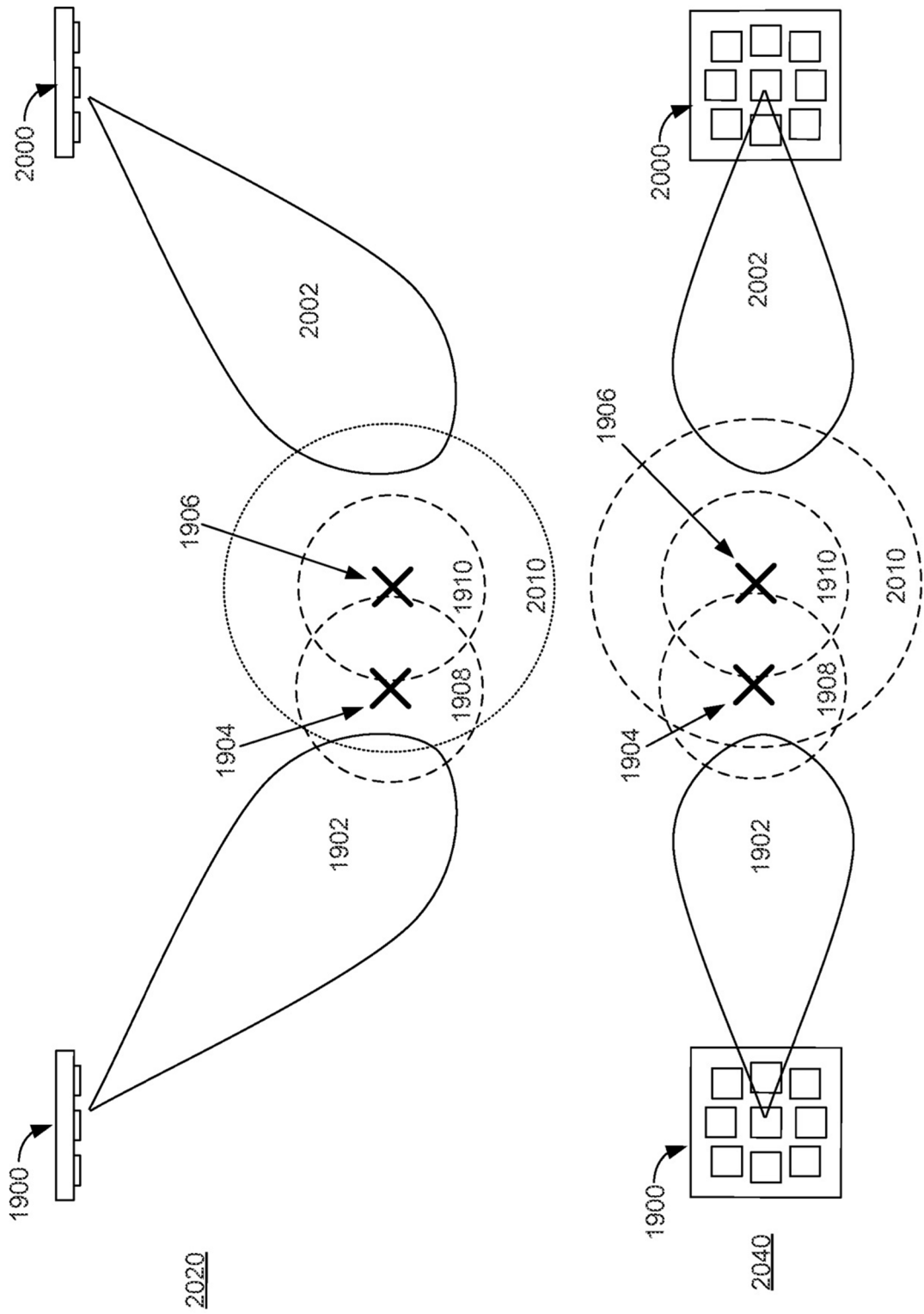
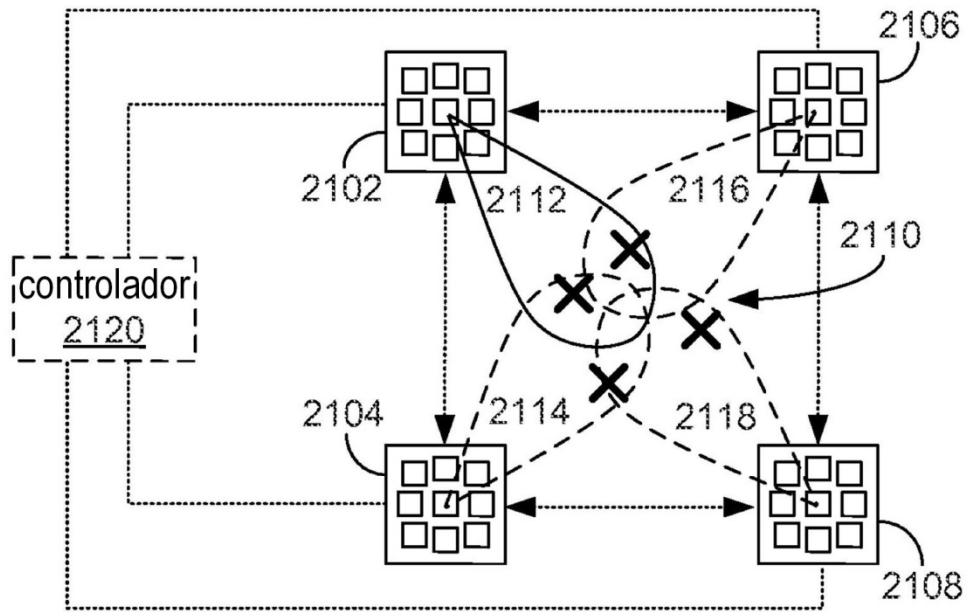


FIG. 20

2100



2150

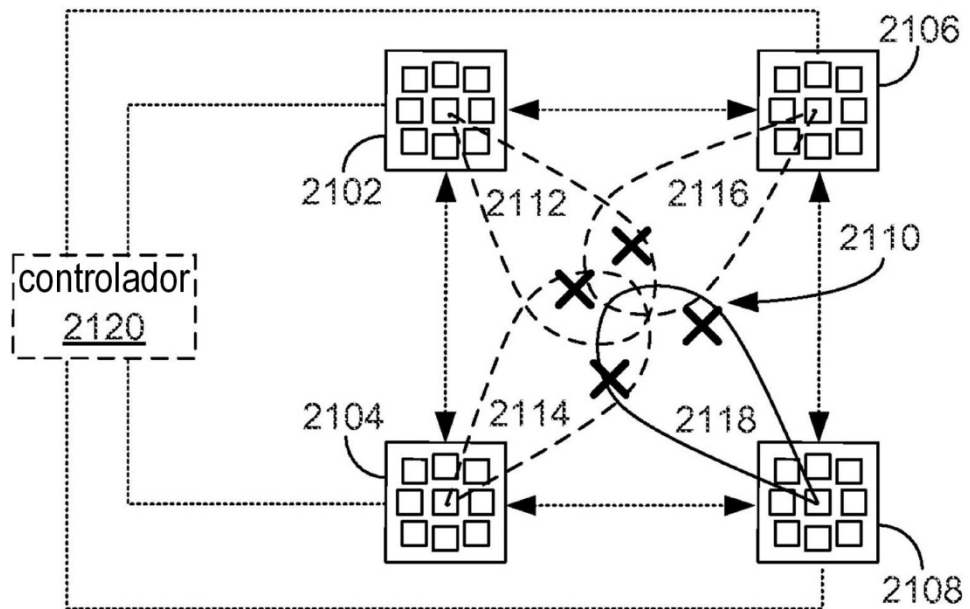


FIG. 21

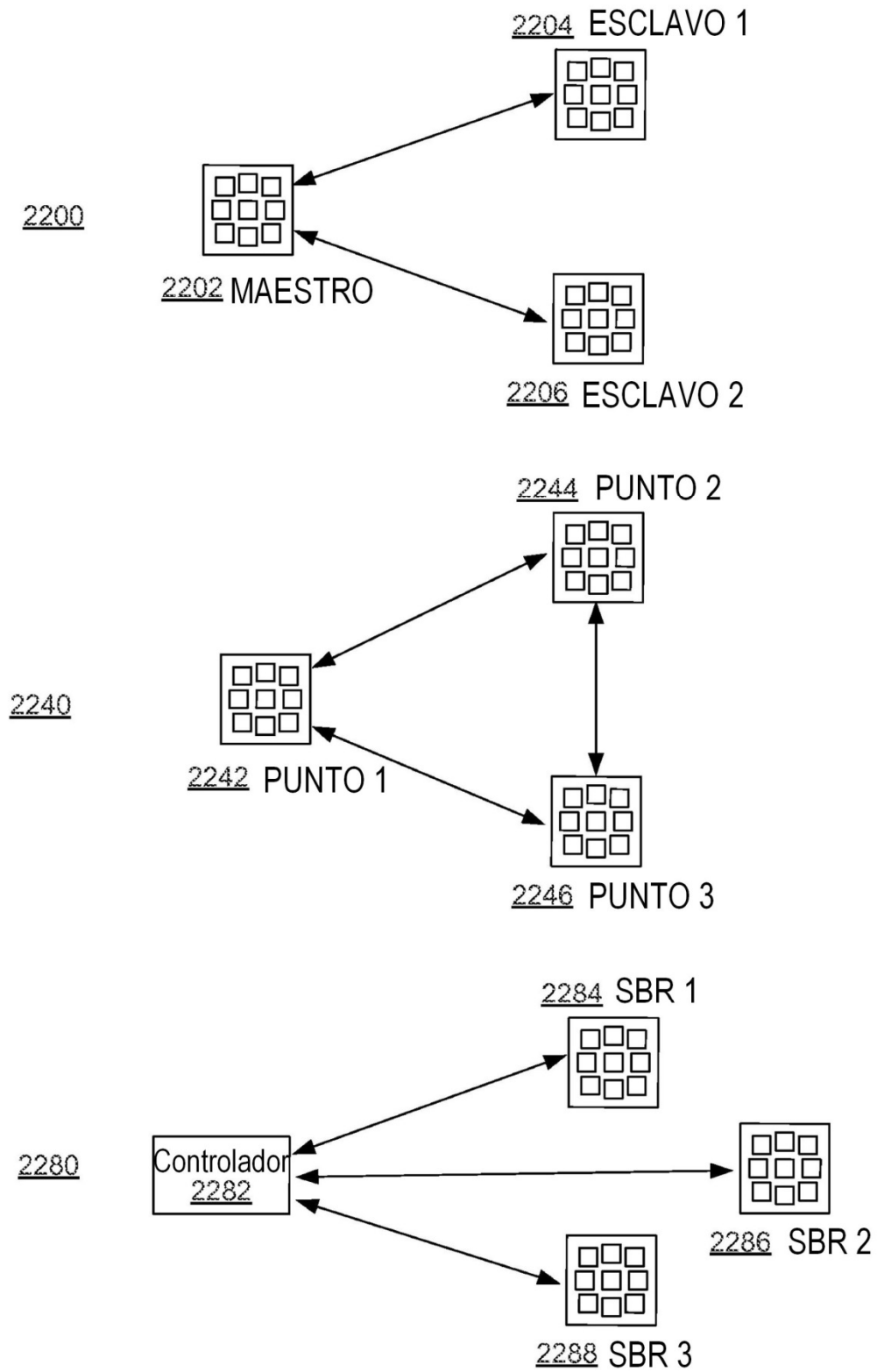


FIG. 22

2300

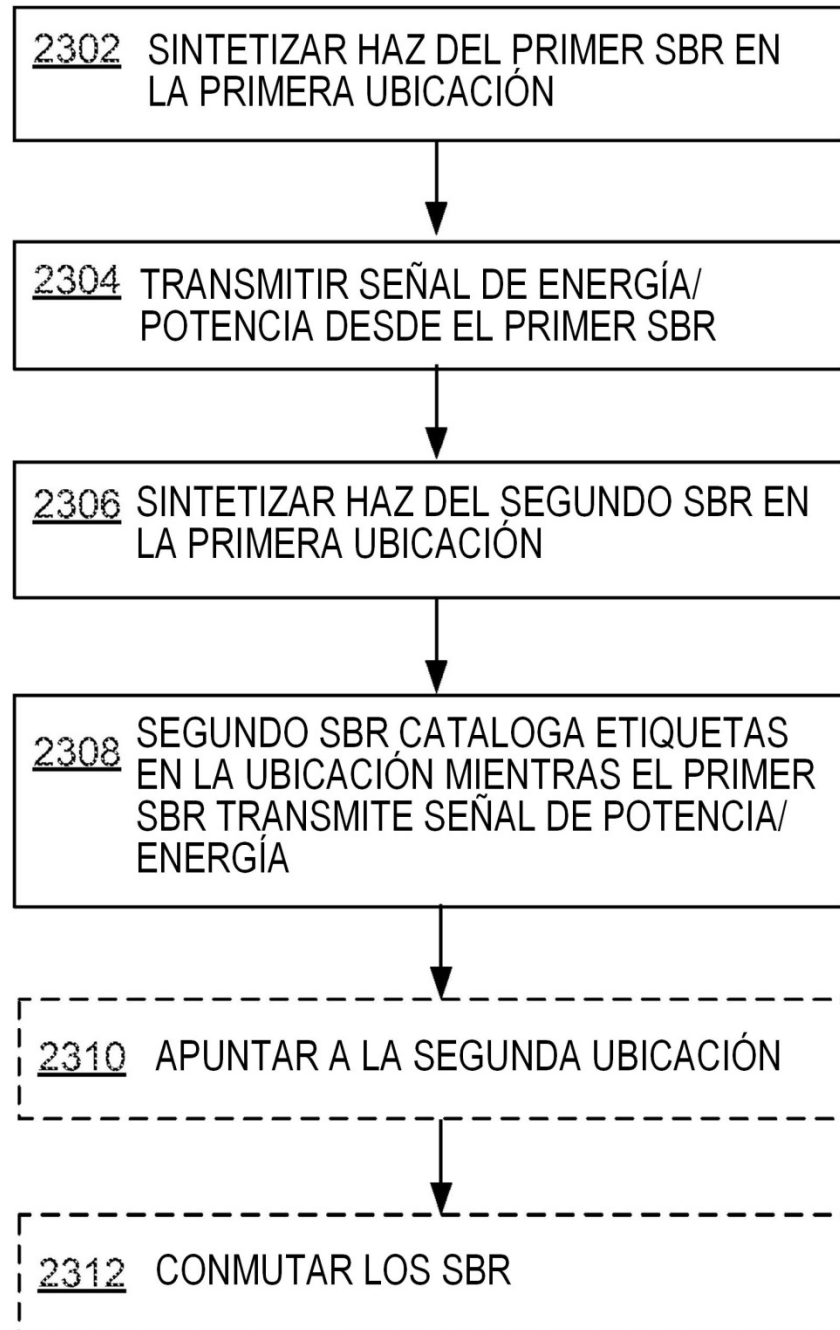


FIG. 23

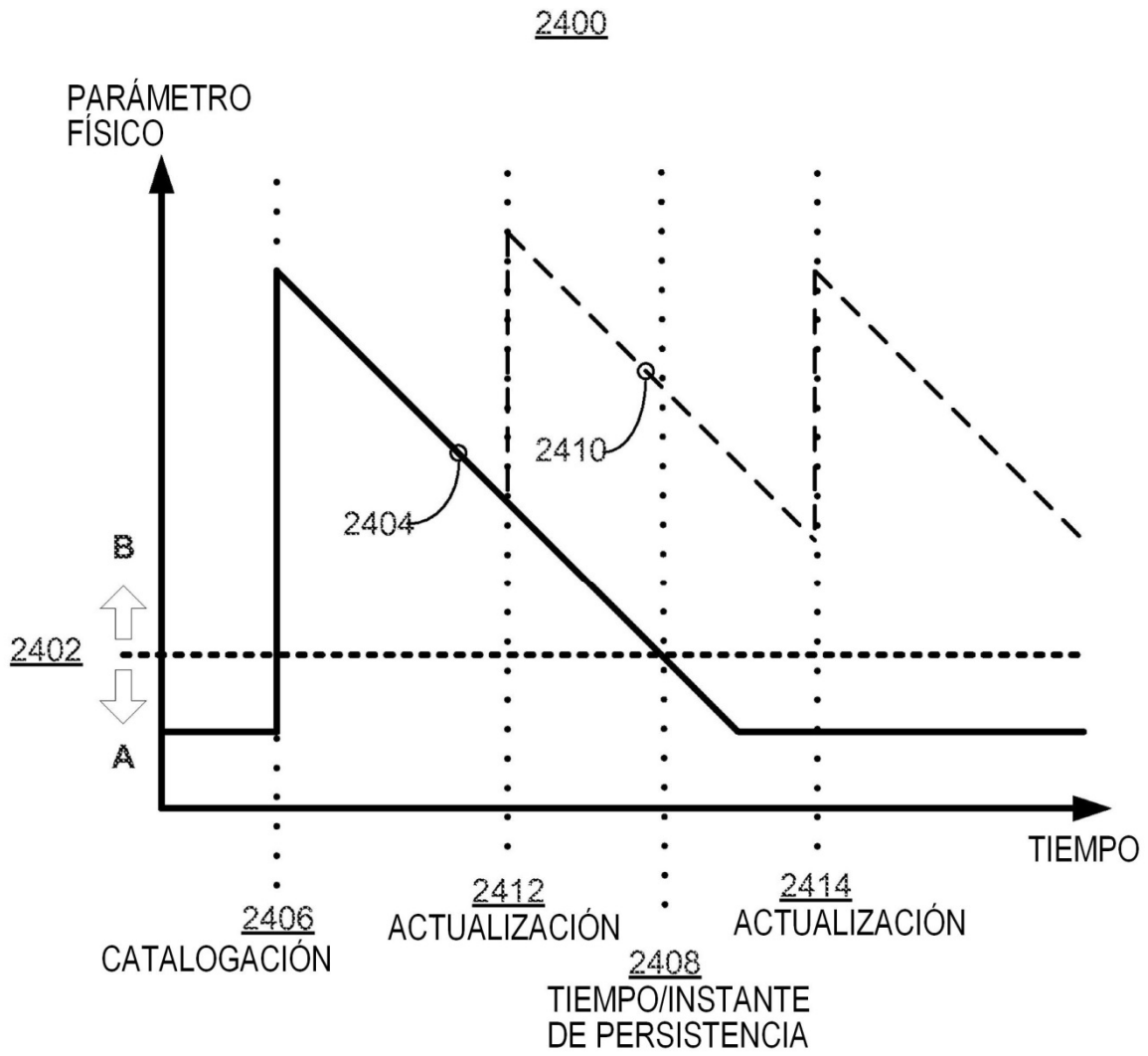


FIG. 24

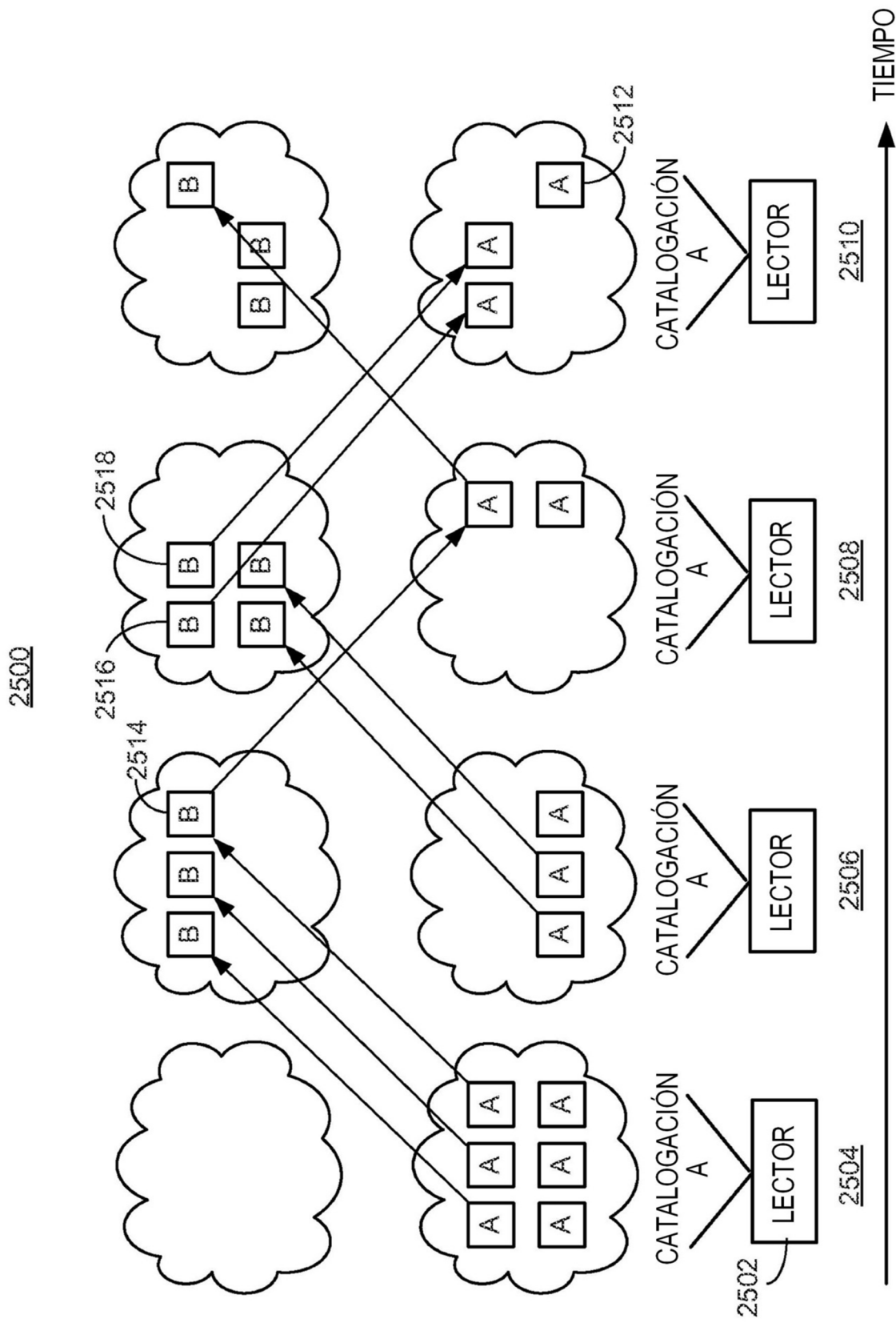


FIG. 25

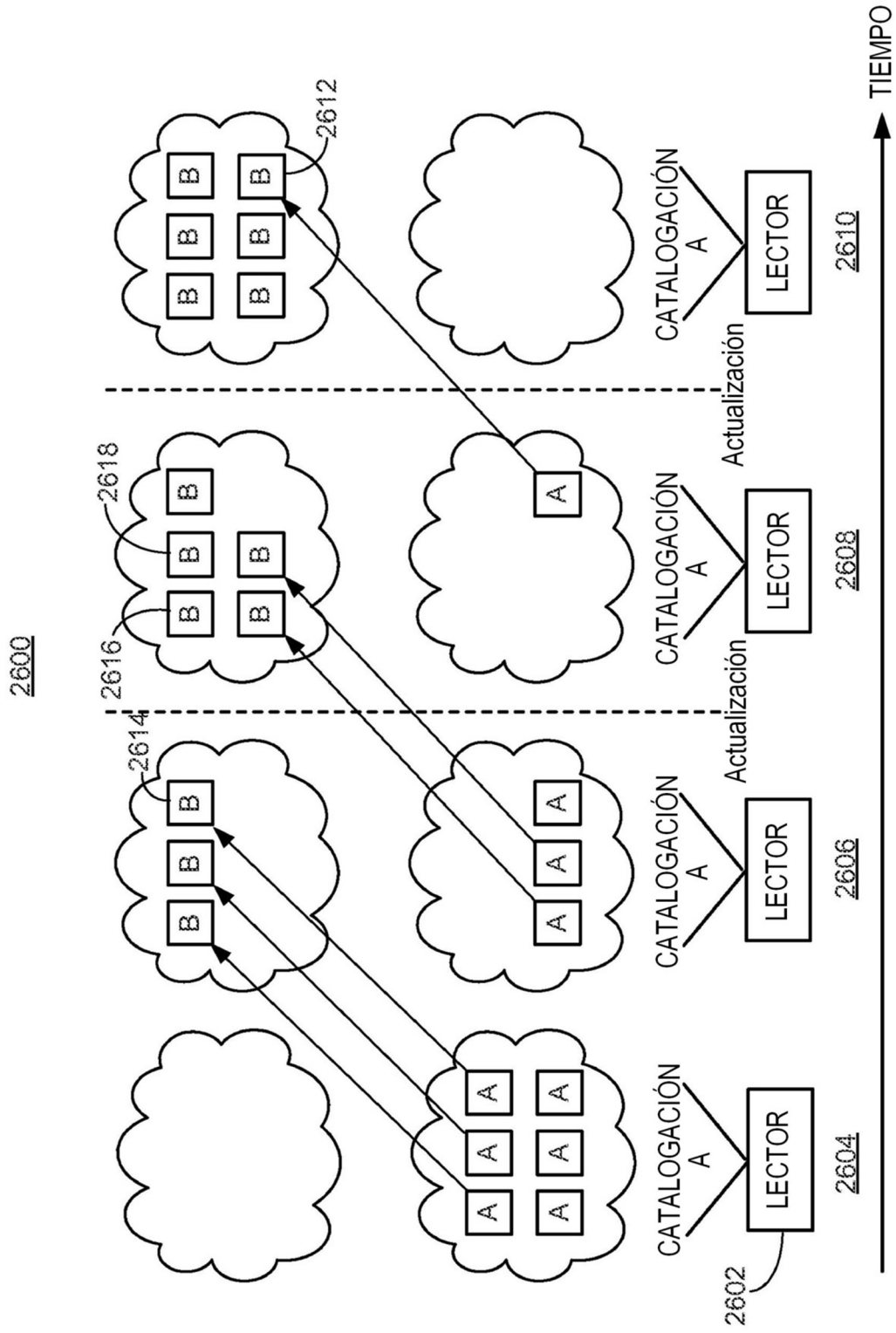


FIG. 26

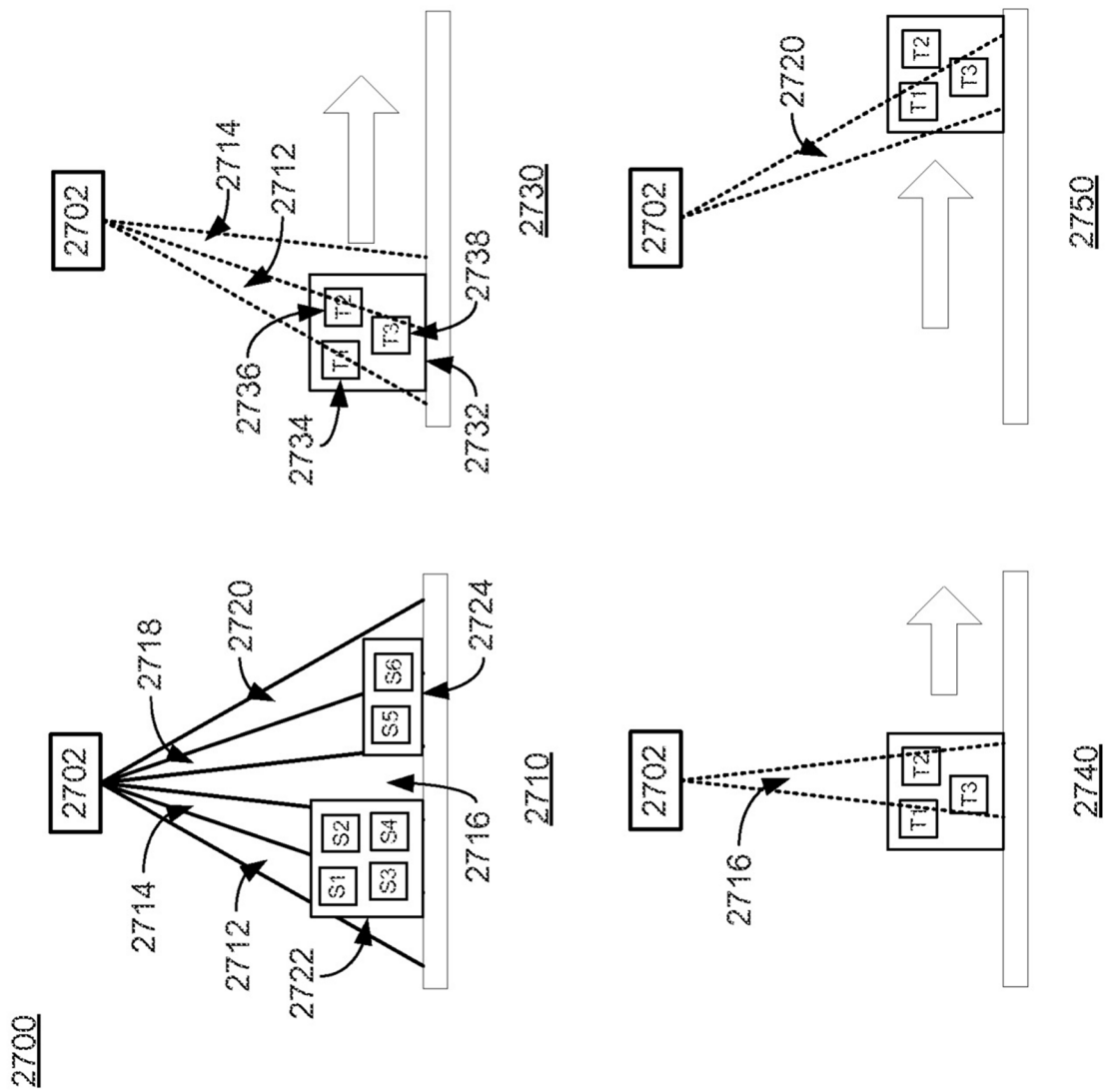


FIG. 27

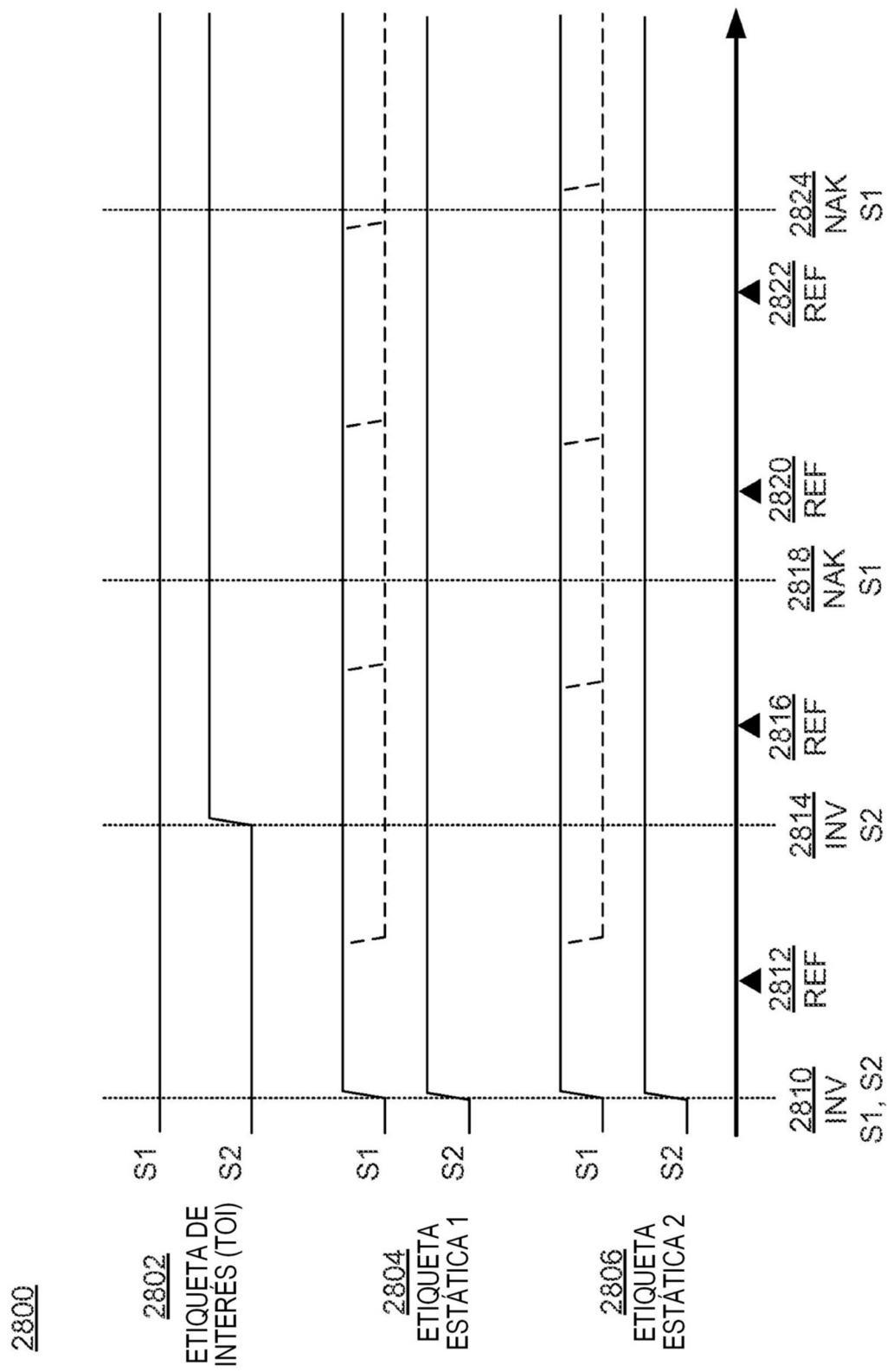


FIG. 28

2900

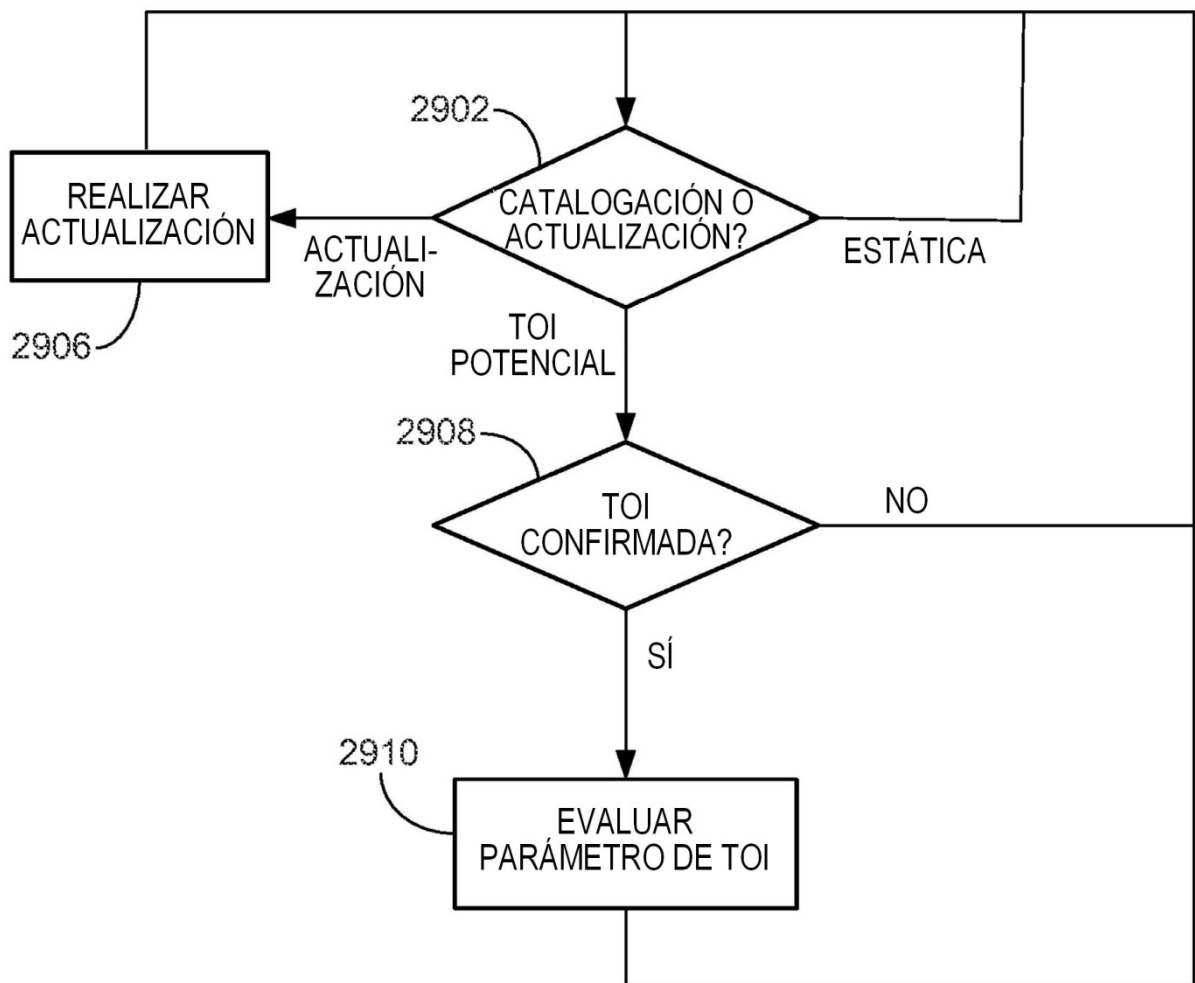


FIG. 29