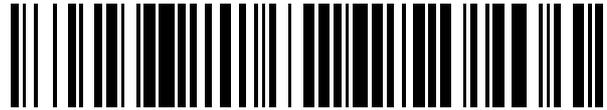


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 936 484**

51 Int. Cl.:

G06K 7/10 (2006.01)
H01Q 3/26 (2006.01)
H01Q 1/22 (2006.01)
H01Q 21/06 (2006.01)
G06Q 10/08 (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.03.2014 E 18183071 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.11.2022 EP 3444744**

54 Título: **Alimentación de etiquetas de RFID usando múltiples lectores de RFID**

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:
17.03.2023

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 2 936 484 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 de RFID usando múltiples lectores de RFID

Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

La presente solicitud reivindica la prioridad de la solicitud de patente provisional de Estados Unidos con números de serie 61/784.035 (expediente de abogado N.º 5088.0344USP1/IMPJ-0456P1) presentada el 14 de marzo de 2013 y 61/887.238 (expediente de abogado N.º 5088.0354 USP1/IMPJ-0480P1) presentada el 4 de octubre de 2013.

Antecedentes

Los sistemas de identificación por radiofrecuencia (Radio-Frequency Identification, RFID) suelen incluir lectores de RFID, también conocidos como lectores/grabadores de RFID o interrogadores de RFID y etiquetas de RFID, como se muestra en el documento WO 2011/035256 A2. Ese documento propone un método para inventariar RFID con dos lectores de RFID conectados en red que comunican una localización objetivo entre sí, uno de los lectores de RFID realiza el inventario de RFID en la localización objetivo mientras que el otro lector de RFID envía un haz de alimentación a esa localización.

Los sistemas de RFID pueden usarse de muchas maneras para localizar e identificar objetos a los que se adjuntan las etiquetas. Los sistemas de RFID son útiles en industrias relacionadas con productos y servicios para rastrear objetos que se procesan, inventarían o manipulan. En tales casos, una etiqueta de RFID se adjunta, en general, a un artículo individual o a su paquete.

En principio, las técnicas RFID implican el uso de un lector de RFID para inventariar una o más etiquetas de RFID, donde inventariar implica al menos individualizar una etiqueta y recibir un identificador de la etiqueta individualizada (donde "individualizado" se define como una etiqueta individual separada por un lector, potencialmente de entre varias etiquetas, y un "identificador" se define como cualquier número que identifique la etiqueta o el artículo al que se adjunta la etiqueta, tal como un identificador de etiqueta (Tag Identifier, TID), un código de producto electrónico (Electronic Product Code, EPC), etc.). El lector que transmite una onda de radio frecuencia (Radio Frequency, 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 una o más órdenes que ordenan a las etiquetas que realicen una o más acciones. En los sistemas de RFID típicos, un lector de RFID transmite una señal de inventario de RF modulada (una orden), recibe una contestación de la etiqueta y transmite una señal de reconocimiento de RF en respuesta a la contestación de la etiqueta.

Una etiqueta que detecta la onda de RF de interrogación puede responder transmitiendo otra onda de RF. La etiqueta genera la onda de RF de retorno transmitida originalmente o refleja una parte de la onda de RF de interrogación en un proceso conocido como retrodispersión. La retrodispersión puede tener lugar de varias formas.

La onda de RF reflejada puede codificar datos almacenados en la etiqueta tal como un número. La respuesta se demodula y decodifica por el lector, que identifica, cuenta o interactúa de otra manera con el artículo asociado. Los datos decodificados pueden indicar un número de serie, un precio, una fecha, un destino, otro(s) atributo(s), cualquier combinación de atributos y demás. En consecuencia, cuando un lector recibe datos de la etiqueta, puede obtener información sobre el artículo que aloja la etiqueta y/o sobre la propia etiqueta.

Una etiqueta de RFID incluye, en general, una sección de antena, una sección de radio, una sección de gestión de energía y, con frecuencia, una sección lógica, una memoria o ambas. En algunas etiquetas de RFID, la sección de gestión de energía incluye un dispositivo de almacenamiento de energía tal como una batería. Las etiquetas de RFID con un dispositivo de almacenamiento de energía se conocen como etiquetas asistidas por batería, semiactivas o activas. Otras etiquetas de RFID pueden alimentarse únicamente con la señal de RF que reciben. Estas etiquetas de RFID no incluyen un dispositivo de almacenamiento de energía y se denominan etiquetas pasivas. Por supuesto, incluso las etiquetas pasivas suelen incluir elementos temporales de almacenamiento de energía y datos/marcas tales como condensadores o inductores.

Breve resumen

Se proporciona el presente resumen para introducir una selección de conceptos de una forma simplificada que se describen adicionalmente a continuación en la Descripción detallada. El presente 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. La invención es un método, expuesto en el conjunto de reivindicaciones adjunto.

Las realizaciones están dirigidas a alimentar etiquetas de RFID usando múltiples lectores de RFID de haz sintetizado. Un lector de RFID de haz sintetizado, que comprende al menos un lector de RFID y una matriz de antenas, sintetiza eléctricamente múltiples patrones de haz ajustando las señales proporcionadas a los elementos de antena del conjunto. Los múltiples patrones de haz pueden apuntar en diferentes direcciones físicas, pueden proporcionar

diferentes formas de haz, pueden proporcionar una cobertura física diferente o pueden proporcionar una combinación de estos atributos. El lector puede comprender transmisores únicos o múltiples, receptores únicos o múltiples, estar separado y conectado a elementos de la matriz de antenas o estar distribuido e embebido dentro de los elementos de la matriz. El lector o un controlador de matriz pueden ajustar la fase y/o la amplitud de las señales proporcionadas a los elementos de la matriz para sintetizar los múltiples haces. La matriz de antenas puede comprender múltiples elementos de antena discretos o puede emplear una estructura continua que puede emular múltiples antenas. Al cambiar entre los haces, un lector de haces sintetizados puede escanear su entorno, esencialmente dirigiendo su mirada en diferentes direcciones y con formas de haces potencialmente diferentes a medida que escanea. Como un ejemplo simple pero no limitativo de un sistema de haz sintetizado, considérese la matriz de antenas en un barco de la Marina de los Estados Unidos que forma un radar de haz sintetizado e imagínese que el radar escanea el entorno para inventariar etiquetas de RFID en lugar de escanear el entorno para detectar barcos o aviones lejanos. Al igual que un radar de haz sintetizado, un lector de 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 inventariar/localizar/rastrear sus etiquetas objetivo.

Las realizaciones están dirigidas a interrogar (definido como inventariar y/o acceder) a una etiqueta de RFID usando múltiples lectores de RFID de haz sintetizado. Un primer lector de haz sintetizado sintetiza un primer haz para inventariar una etiqueta en una determinada localización física. Un segundo lector de haz sintetizado sintetiza simultáneamente un segundo haz hacia la misma localización física para "aumentar" o mejorar la probabilidad o el rendimiento de la interrogación. A diferencia de los sistemas de radar que interrogan objetos remotos, las etiquetas de RFID extraen potencia de la onda de interrogación y modulan la reflectancia de su antena para generar una señal retrodispersada. Aún más, a diferencia de los sistemas de radar, algunas etiquetas de RFID pueden extraer alimentación de una onda transmitida por un lector incluso cuando están respondiendo a una señal de interrogación en la onda transmitida por otro. En estas realizaciones, el primer lector transmitirá órdenes y recibirá respuestas de la etiqueta, mientras que el segundo transmitirá una onda no modulada o mínimamente modulada a la etiqueta para aumentar la potencia extraída de la etiqueta y ampliar así su intervalo de interrogación.

Por supuesto, los expertos en la materia reconocerán muchas variantes posibles en el escenario de dos lectores descrito anteriormente. Como ejemplo, el primer lector puede transmitir órdenes, el segundo lector puede transmitir potencia y el segundo lector (en lugar del primero) puede recibir las respuestas de la etiqueta. Como otro ejemplo, el primer lector puede transmitir órdenes y recibir respuestas de la etiqueta, mientras que los lectores de RFID segundo y tercero (o quizás incluso más) suministran potencia a la etiqueta. Como otro ejemplo más, tanto el primero como el segundo lector de RFID pueden transmitir la misma orden a la etiqueta, suministrando de este modo una señal de orden más fuerte y más potencia a la etiqueta.

Las realizaciones están dirigidas a métodos para dirigir al menos dos lectores de RFID de haz sintetizado de tal manera que apunten a una localización física común para inventariar una etiqueta de RFID. Dichos métodos pueden incluir un lector de haz sintetizado que actúe como maestro y dirija a otros lectores para que apunten a la localización, comunicaciones entre pares entre lectores de RFID de haz sintetizado para indicar la localización o un controlador que dirija los lectores de RFID de haz sintetizado para apuntar a la localización. La dirección puede incluir la elección de la localización 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) envían órdenes y cuáles envían energía de RF, las órdenes a transmitir, los parámetros de orden (tal como la velocidad de datos, el formato de modulación, la frecuencia de contestación y otros parámetros de comunicación, como bien conocen los expertos en la materia), qué lectores están recibiendo la respuesta de la etiqueta, la polarización de los haces de transmisión y recepción, la potencia de transmisión y la sensibilidad de recepción.

Las realizaciones también están dirigidas a técnicas para rastrear una etiqueta de RFID usando lectores de RFID de haz sintetizado, incluido el uso de órdenes de actualización de marcas para segmentar subpoblaciones de etiquetas de RFID y, por lo tanto, evaluar o predecir el movimiento de etiquetas dentro de un contexto de etiquetas estacionarias.

Estas y otras características y ventajas serán evidentes a partir de la lectura de la siguiente descripción detallada y una revisión de los dibujos asociados. Debe entenderse que tanto la descripción general anterior como la siguiente descripción detallada son únicamente explicativas y no son restrictivas de los aspectos reivindicados.

Breve descripción de los dibujos

La siguiente Descripción detallada procede haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

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

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

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

- La figura 4 es un diagrama de bloques que muestra un detalle de un CI de RFID.
- 5 La figura 5A y 5B ilustran unas 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 de RFID completo.
- 10 La figura 7 es un diagrama de bloques que ilustra una arquitectura general de un RFID.
- La figura 8 representa una matriz de antenas de elementos discretos.
- 15 Las figuras 9A y 9B representan la matriz de antenas de la figura 8 sintetizando un haz en diferentes direcciones físicas.
- La figura 10 representa algunas de las posibles localizaciones de haces que pueden sintetizarse mediante la matriz de antenas de la figura 8.
- 20 La figura 11 representa la potencia de haz radiada en función del ángulo del haz para un subconjunto de los posibles haces de la matriz de antenas de la figura 8.
- La figura 12 representa una etiqueta de RFID localizada en el subconjunto de los posibles haces de la figura 11.
- 25 La figura 13 representa cómo la localización de la etiqueta de RFID de la figura 12 puede determinarse usando la sensibilidad de la etiqueta y la potencia de haz radiada.
- La figura 14 representa cómo puede determinarse la localización de una etiqueta usando múltiples haces.
- 30 La figura 15 representa unos haces con formas de haces no circulares formados por un lector de haces sintetizados.
- La figura 16 representa unos haces con lóbulos laterales formados por un lector de haces sintetizados.
- 35 La figura 17 muestra cómo pueden usarse las variaciones basadas en la frecuencia en la potencia de haz para determinar la localización de la etiqueta.
- La figura 18 representa un proceso para determinar la localización de la etiqueta contando las lecturas de etiqueta de un lector de haz sintetizado.
- 40 La figura 19 representa el intervalo efectivo de inventario de etiquetas de un lector de haz sintetizado de acuerdo con las realizaciones.
- La figura 20 representa cómo puede aumentarse el intervalo efectivo de inventario de etiquetas de un lector de haz sintetizado usando otro lector de haz sintetizado de acuerdo con las realizaciones.
- 45 La figura 21 representa cómo múltiples lectores de haz sintetizado pueden funcionar conjuntamente para comunicarse con una población de etiquetas de acuerdo con las realizaciones.
- La figura 22 representa unos métodos para controlar múltiples lectores de haz sintetizado de acuerdo con las realizaciones.
- 50 La figura 23 representa un proceso para usar lectores de haz sintetizado que funcionan conjuntamente para mejorar el intervalo de inventario de etiquetas de acuerdo con las realizaciones.
- 55 La figura 24 es un diagrama que muestra los efectos de una actualización de retransmisión en los parámetros físicos de marca de etiqueta en función del tiempo.
- La figura 25 es un diagrama conceptual que muestra un proceso de inventario ilustrativo sin actualización de retransmisión.
- 60 La figura 26 es un diagrama conceptual que muestra un proceso de inventario ilustrativo con actualización de retransmisión.
- La figura 27 es un diagrama conceptual que muestra unas vistas laterales de un lector de haz sintetizado en diferentes etapas de un proceso de rastreo de movimiento de etiquetas.
- 65 La figura 28 representa un diagrama de tiempo para un proceso de rastreo de etiquetas con órdenes de actualización

de etiquetas.

La figura 29 es un diagrama de flujo de un proceso de rastreo de etiquetas.

5 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 realizaciones o ejemplos específicos. Estas realizaciones o ejemplos pueden combinarse, pueden usarse otros aspectos y pueden realizarse cambios estructurales sin alejarse del alcance de la presente divulgación. 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.

Como se usa en el presente documento, "memoria" es una de ROM, RAM, SRAM, DRAM, NVM, EEPROM, FLASH, Fuse, MRAM, FRAM y otras tecnologías de almacenamiento de información similares, como sabrán los expertos en la materia. Algunas partes de la memoria pueden escribirse y otras no. "Orden" se refiere a una solicitud del lector de una o más etiquetas para realizar una o más acciones, e incluye una o más instrucciones. "Instrucción" se refiere a una solicitud a una etiqueta para realizar una acción (por ejemplo, escribir datos en la memoria). "Programa" se refiere a una solicitud a una etiqueta para realizar un conjunto o secuencia de instrucciones (por ejemplo, leer un valor de la memoria y, si el valor leído es menor que un umbral entonces bloquear una palabra de memoria). "Protocolo" se refiere a un estándar de la industria para las comunicaciones entre un lector y una etiqueta (y viceversa), tal como el Protocolo RFID UHF Clase-1 Generación-2 para Comunicaciones a 860 MHz - 960 MHz de GS1 EPCglobal, Inc. ("Especificación Gen2"), cuyas versiones 1.2.0 y 2.0.0 se incorporan en el presente documento como referencia.

La figura 1 es un diagrama de los componentes de un sistema de RFID 100 típico, que puede implementarse en la invención. Un lector de RFID 110 transmite una señal de RF de interrogación 112. La etiqueta de RFID 120 en las proximidades del lector de RFID 110 detecta la señal de RF de interrogación 112 y genera la señal 126 en respuesta. El lector de RFID 110 detecta e interpreta la señal 126. Las señales 112 y 126 pueden incluir ondas de RF y/o señales de RF que no se propagan (por ejemplo, señales reactivas de campo cercano)

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, demodula y decodifica datos del otro. Los datos pueden modularse y demodularse a partir de ondas de RF, tales como las señales 112 y 126. Las ondas de RF suelen estar en un intervalo adecuado de frecuencias, tales como las cercanas a 900 MHz, 13,56 MHz, etc.

La comunicación entre el lector y la etiqueta usa símbolos, también llamados símbolos de RFID. Un símbolo puede ser un delimitador, un valor de calibración, etc. Pueden implementarse símbolos para intercambiar datos binarios, como "0" y "1", si se desea. Cuando los símbolos se procesan por el lector 110 y la etiqueta 120, pueden tratarse como valores, números, etc.

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 de la señal 112.

La figura 2 es un diagrama de una etiqueta de RFID 220, que puede funcionar como la etiqueta 120 de la figura 1. La etiqueta 220 se dibuja como una etiqueta pasiva, lo que significa que no tiene su propia fuente de alimentación. Gran parte de lo que se describe en el presente documento, sin embargo, se aplica también a las etiquetas activas y asistidas por batería.

La etiqueta 220 normalmente (aunque no necesariamente) se forma en una incrustación sustancialmente plana 222, que puede realizarse de muchas maneras conocidas en la técnica. La etiqueta 220 incluye un circuito que puede implementarse como un CI 224. En algunos ejemplos, el CI 224 se implementa en la tecnología de semiconductores de óxido metálico complementario (CMOS). En otros ejemplos, el CI 224 puede implementarse en otras tecnologías, como la tecnología de transistores de unión bipolar (Bipolar Junction Transistor, BJT), la tecnología de transistores de efecto de campo de semiconductores metálicos (MESFET) y otras, como bien conocen los expertos en la materia. El CI 224 está dispuesto en la incrustación 222.

La etiqueta 220 también incluye una antena para intercambiar señales inalámbricas con su entorno. La antena suele ser plana y está unida a la incrustación 222. El CI 224 está acoplado eléctricamente a la antena a través de contactos de CI adecuados (no mostrados en la figura 2). La expresión "acoplado eléctricamente" como se usa en el presente documento significa que existe una trayectoria de baja impedancia entre los componentes acoplados eléctricamente y puede significar la presencia de una conexión eléctrica directa o una conexión que incluye uno o más bloques de circuitos, elementos o dispositivos de circuitos intermedios. La parte "eléctrica" de la expresión "acoplado eléctricamente", como se usa en el presente documento, significa un acoplamiento que es uno o más de óhmico/galvánico, capacitivo y/o inductivo. De manera similar, la expresión "aislado eléctricamente", como se usa en el presente documento, significa que el acoplamiento eléctrico de uno o más tipos (por ejemplo, galvánico, capacitivo y/o inductivo) no está presente, al menos en la medida de lo posible. Por ejemplo, los elementos que están aislados

eléctricamente entre sí están aislados galvánicamente entre sí, aislados capacitivamente entre sí y/o aislados inductivamente entre sí. Por supuesto, los componentes eléctricamente aislados en general, tendrán algún acoplamiento inductivo o capacitivo perdido inevitable entre ellos, pero la intención del aislamiento es minimizar este acoplamiento perdido a un nivel insignificante en comparación con una ruta acoplada eléctricamente.

5 El CI 224 se muestra con un solo puerto de antena, que comprende dos contactos de CI acoplados eléctricamente a dos segmentos de antena 226 y 228 que se muestran en este caso formando un dipolo. Son posibles muchos otros ejemplos usando cualquier número de puertos, contactos, antenas y/o segmentos de antena.

10 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 CI 224 está montado sobre un sustrato de tira 254 de tal manera que los contactos de CI en el CI 224 se acoplan eléctricamente a los contactos de tira 256 y 258 a través de conexiones adecuadas (no mostradas).
 15 El sustrato de tira 254 se coloca entonces en la incrustación 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 puede fijarse a la incrustación 222 mediante presión, una capa de interfaz, uno o más adhesivos o cualquier otro medio adecuado.

El diagrama 260 representa una vista lateral de una forma alternativa de colocar el sustrato de tira 254 en la incrustación 222. En lugar de la superficie del sustrato de tira 254, que incluye los contactos de tira 256/258, enfrentada
 20 con la superficie de la incrustación 222, el sustrato de tira 254 se coloca con sus contactos de tira 256/258 enfrentados con la superficie de la incrustación 222. Los contactos de tira 256/258 pueden entonces acoplarse capacitivamente a los segmentos de antena 226/228 a través del sustrato de tira 254 o acoplarse conductivamente usando una vía pasante que puede formarse engastando los contactos de tira 256/258 a los segmentos de antena 226/228. En algunos ejemplos, las posiciones del sustrato de tira 254 y la incrustación 222 pueden invertirse, con el sustrato de tira 254
 25 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 incrustación 222. Por supuesto, en otros ejemplos más, los contactos de tira 256/258 pueden acoplarse eléctricamente a los segmentos de antena 226/228 a través de la incrustación 222 y el sustrato de tira 254.

30 En operación, la antena recibe una señal y la comunica al CI 224, que recolecta energía y responde si es apropiado, en base a la señal entrante y al estado interior del CI. Si el CI 224 usa modulación de retrodispersión entonces responde modulando la reflectancia de la antena, lo que genera una señal de respuesta 126 a partir de la señal 112 transmitida por el lector. El acoplamiento y desacoplamiento eléctrico de los contactos de la antena del CI 224 puede modular la reflectancia de la antena, al igual que la variación de la admitancia de un elemento de circuito conectado
 35 en derivación que está acoplado a los contactos de la antena. Variar la impedancia de un elemento de circuito conectado en serie es otro medio de modular la reflectancia de la antena.

En los ejemplos de la figura 2, los segmentos de antena 226 y 228 están separados del CI 224. En otros ejemplos, los segmentos de antena pueden formarse alternativamente en CI 224. Las antenas de etiquetas de acuerdo con los
 40 ejemplos pueden diseñarse en cualquier forma y no se limitan a dipolos. Por ejemplo, la antena de etiqueta puede ser una antena plana, de ranura, de bucle, de bobina, de bocina, de espiral, monopolo, microcinta, línea de tira o cualquier otra antena adecuada.

Los componentes del sistema de RFID de la figura 1 pueden comunicarse entre sí en cualquier número de modos. Uno de estos modos se denomina dúplex completo. Otro modo de este tipo se denomina semidúplex y se describe a
 45 continuación.

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

El lector de RFID 110 y la etiqueta de RFID 120 hablan y se escuchan entre sí por turnos. Como se ve en el eje TIEMPO, cuando el lector 110 habla con la etiqueta 120, la sesión de comunicación se designa como "L → E", y
 55 cuando la etiqueta 120 habla con el 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 produce una siguiente sesión de comunicación E → L de muestra durante un intervalo de tiempo 326. Por supuesto, el intervalo 312 suele tener una duración diferente que el intervalo 326, en este caso, las duraciones se muestran aproximadamente iguales solo con fines ilustrativos.

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

65 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 como

se ha descrito 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 retrodispersa con su antena, y de acuerdo con el bloque 382, el lector 110 no tiene señal a recibir desde la etiqueta 120.

5 Durante el intervalo 326, la etiqueta 120 habla al lector 110 de la siguiente manera. De acuerdo con el bloque 356, el lector 110 transmite una señal de onda continua (Continuous Wave, CW), que puede considerarse como una señal de RF portadora que normalmente no está modulada en amplitud ni en fase y, por lo tanto, no codifica información. Esta señal de CW sirve tanto para transferir energía a la etiqueta 120 para sus propias necesidades de energía interior y como también como portadora que la etiqueta 120 puede modular con su retrodispersión. De hecho, durante el
10 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 CW emitida de acuerdo con el bloque 356 para generar la señal de retrodispersión 126. Al mismo tiempo, de acuerdo con el bloque 386, el lector 110 recibe la señal de retrodispersión 126 y la procesa.

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

20 El circuito 424 muestra dos contactos de CI 432 y 433 adecuados para acoplarse a segmentos de antena tales como los segmentos 226/228 de la etiqueta de RFID 220 de la figura 2. Cuando dos contactos de CI forman la entrada de señal y el retorno de señal a una antena, a menudo se denominan puerto de antena. Los contactos de CI 432 y 433 pueden realizarse de cualquier manera adecuada, tal como con almohadillas metálicas, etc. En algunos ejemplos, el
25 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.

El circuito 424 incluye la sección de enrutamiento de señales 435 que puede incluir cableado de señales, buses de enrutamiento de señales, conmutadores de recepción/transmisión que pueden enrutar selectivamente una señal, etc.
30 En algunos ejemplos, el circuito 424 incluye unos condensadores opcionales 436 y/o 438. Si están presentes, los condensadores 436/438 acoplan capacitivamente los contactos de CI 432/433 a la sección de enrutamiento de señales 435, que a su vez se acopla eléctricamente a otros componentes del circuito 424 descrito a continuación. Este acoplamiento capacitivo hace que los contactos de CI 432/433 se desacoplen galvánicamente de la sección de enrutamiento de señales 435 y otros componentes del circuito.

35 El acoplamiento capacitivo (y el desacoplamiento galvánico resultante) entre los contactos de CI 432 y/o 433 y los componentes del circuito 424 es deseable en ciertas situaciones. Por ejemplo, en algunos ejemplos de etiquetas de RFID, los contactos de CI 432 y 433 pueden conectarse galvánicamente a los terminales de un bucle de sintonización en la etiqueta. En esta situación, los condensadores 436 y/o 438 desacoplan galvánicamente el contacto de CI 432
40 del contacto de CI 433, evitando de este modo la formación de un cortocircuito entre los contactos de CI a través del bucle de sintonización.

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

El circuito 424 también incluye un rectificador y una PMU (unidad de gestión de energía) 441 que recolecta energía de la señal de RF recibida por la antena para alimentar los circuitos del CI 424 durante una o ambas sesiones de lector a etiqueta (L → E) y de etiqueta a lector (E → L). El rectificador y la PMU 441 pueden implementarse de cualquier
55 forma conocida en la técnica.

El circuito 424 incluye además un demodulador 442 que demodula la señal de RF recibida a través de los contactos de CI 432, 433. El demodulador 442 puede implementarse de cualquier forma conocida en la técnica, por ejemplo, incluyendo un seccionador, un amplificador, etc.
60

El circuito 424 incluye además un bloque de procesamiento 444 que recibe la salida del demodulador 442 y realiza operaciones tales como decodificación de órdenes, interacción con la memoria, etc. Además, el bloque de procesamiento 444 puede generar una señal de salida para su transmisión. El bloque de procesamiento 444 puede implementarse de cualquier forma conocida en la técnica, por ejemplo mediante combinaciones de uno o más de entre un procesador, memoria, decodificador, codificador, etc.
65

- El circuito 424 incluye además un modulador 446 que modula una señal de salida generada por el bloque de procesamiento 444. La señal modulada se transmite accionando los contactos de CI 432, 433 y, por lo tanto, accionando la carga presentada por el segmento o segmentos de antena acoplados. El modulador 446 puede implementarse de cualquier forma conocida en la técnica, por ejemplo, incluyendo un conmutador, controlador, amplificador, etc.
- En un ejemplo, el demodulador 442 y el modulador 446 pueden combinarse en un solo circuito transceptor. En otro ejemplo, el modulador 446 puede modular una señal usando retrodispersión. En otro ejemplo, el modulador 446 puede incluir un transmisor activo. En aún otros ejemplos, el demodulador 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 preferentemente como una memoria no volátil (Nonvolatile Memory, NVM), lo que significa que los datos 452 se retienen incluso cuando el circuito 424 no tiene energía, como suele ser el caso de una etiqueta de RFID pasiva.
- En algunos ejemplos, particularmente en aquellos con más de un puerto de antena, el circuito 424 puede contener múltiples demoduladores, rectificadores, PMU, moduladores, bloques de procesamiento y/o memorias.
- En términos de procesamiento de una señal, el circuito 424 opera 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 CI de una etiqueta de RFID.
- La figura 5A muestra la versión 524-A de los componentes del circuito 424 de la figura 4, modificada adicionalmente para enfatizar una operación de señal durante una sesión $L \rightarrow E$ durante el intervalo de tiempo 312 de la figura 3. El demodulador 442 demodula una señal de RF recibida desde los contactos de CI 432, 433. La señal demodulada se proporciona al bloque de procesamiento 444 como C_ENTRADA. En un ejemplo, C_ENTRADA puede incluir una secuencia de símbolos recibida.
- La versión 524-A muestra como relativamente oscurecidos aquellos componentes que no participan en el procesamiento de una señal durante una sesión $L \rightarrow E$. El rectificador y la PMU 441 pueden estar activos, tal como para convertir la energía de RF. El modulador 446, en general, no transmite durante una sesión $L \rightarrow E$, y normalmente no interactúa significativamente con la señal de RF recibida, ya sea debido a que la acción de conmutación en la sección 435 de la figura 4 desacopla el modulador 446 de la señal de RF o debido a que el modulador 446 está diseñado de tal manera que tenga una impedancia adecuada, etc.
- Aunque el modulador 446 normalmente está inactivo durante una sesión $L \rightarrow E$, no es necesario que sea así. Por ejemplo, durante una sesión $L \rightarrow E$, el modulador 446 podría ajustar sus propios parámetros para su 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 adicionalmente 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_SALIDA. En un ejemplo, C_SALIDA puede incluir una secuencia de símbolos para su transmisión. El modulador 446, a continuación, modula C_SALIDA y la proporciona a los segmentos de antena tales como los segmentos 226/228 de la etiqueta de RFID 220 a través de los contactos de CI 432, 433.
- La versión 524-B muestra como relativamente oscurecidos aquellos componentes que no participan en el procesamiento de una señal durante una sesión $E \rightarrow L$. El rectificador y la PMU 441 pueden estar activos, tal como para convertir la energía de RF. El demodulador 442, en general, no recibe durante una sesión $E \rightarrow L$, y normalmente no interactúa significativamente con la señal de RF transmitida, ya sea debido a que la acción de conmutación en la sección 435 de la figura 4 desacopla el demodulador 442 de la señal de RF o debido a que el demodulador 442 está diseñado de tal manera que tenga una impedancia adecuada, etc.
- Aunque el demodulador 442 normalmente está inactivo durante una sesión $E \rightarrow L$, no es necesario que sea así. Por ejemplo, durante una sesión $E \rightarrow L$, el demodulador 442 podría ajustar sus propios parámetros para su operación en una sesión futura, etc.
- En ejemplos típicos, el demodulador 442 y el modulador 446 puede operar para demodular 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 formas específicas de señalización entre el lector y las etiquetas. Un protocolo específica, 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 a Gen2, por ejemplo, que incluye menos órdenes u órdenes adicionales que las que define la especificación establecida, etc.

En tales casos, las órdenes adicionales a veces se denominan órdenes personalizadas. En ejemplos donde el circuito 424 incluye múltiples demoduladores y/o moduladores, cada uno puede configurarse para soportar diferentes protocolos o diferentes conjuntos de protocolos.

5 La figura 6 es un diagrama de bloques de un sistema completo de lector de RFID 600 de acuerdo con los ejemplos. El sistema 600 incluye un bloque local 610 y opcionalmente unos componentes remotos 670. El bloque local 610 y los componentes remotos 670 pueden implementarse de varias maneras. Se reconocerá que el lector 110 de la figura 1 es lo mismo que el bloque local 610, si no se proporcionan los componentes remotos 670. Como alternativa, el lector 110 puede implementarse en su lugar mediante el sistema 600, del cual solo se muestra el bloque local 610 en la figura 1.

15 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 mostrado en el bloque local 610, contienen una sola antena y un controlador. Algunos lectores contienen varias antenas y controladores y un método para conmutar las señales entre los mismos, lo que incluye, a veces, el uso de diferentes antenas para transmitir y recibir. Y algunos lectores contienen varias antenas y controladores que pueden operar simultáneamente. Un bloque demodulador/descodificador 653 demodula y decodifica las ondas retrodispersadas recibidas desde las etiquetas a través del bloque de antena 651. El bloque modulador/codificador 654 codifica y modula las ondas de RF que se van a transmitir a las etiquetas a través del bloque de antena/controlador 651.

20 El bloque local 610 incluye además un procesador local 656 opcional. El procesador local 656 puede implementarse de varias maneras conocidas en la técnica. Tales formas incluyen, a modo de ejemplo y sin limitación, procesadores digitales y/o analógicos tales como microprocesadores y procesadores de señales digitales (DSP); controladores tales como microcontroladores; software que se ejecuta en una máquina tal como un ordenador de fin general; circuitos programables tales como matrices de puertas programables en campo (FPGA), matrices analógicas programables en campo (FPAA), dispositivos lógicos programables (PLD), circuitos integrados de aplicación específica (ASIC), cualquier combinación de uno o más de estos; etc. En algunos casos, parte o la totalidad de la función de decodificación en el bloque 653, la función de codificación en el bloque 654 o ambas, pueden realizarse por el procesador local 656 en vez de lo anterior. En algunos casos, el procesador local 656 puede implementar una función de encriptación o autorización; en algunos casos, una o más de estas funciones pueden distribuirse entre otros bloques tal como el bloque de codificación 654 o pueden incorporarse por completo en otro bloque.

35 El bloque local 610 incluye además una memoria local 657 opcional. La memoria local 657 puede implementarse de varias maneras conocidas en la técnica, que incluyen, a modo de ejemplo y sin limitación, cualquiera de los tipos de memoria descritos anteriormente, así como también cualquier combinación de los mismos. La memoria local 657 puede implementarse por separado del procesador local 656 o en un CI con el procesador local 656, con o sin otros componentes. La memoria local 657, si se proporciona, puede almacenar programas para que los ejecute el procesador local 656, si es necesario.

40 En algunos ejemplos, la memoria local 657 almacena datos leídos de etiquetas o datos para escribir en etiquetas, tales como códigos de producto electrónicos (EPC), identificadores de etiqueta (Tag Identifiers, TID), claves, códigos hash y otros datos. La memoria local 657 también puede incluir datos de referencia para su comparación con el EPC, instrucciones y/o reglas sobre cómo codificar órdenes para las etiquetas, modos de controlar la antena 651, etc. En algunos de estos ejemplos, la memoria local 657 se proporciona como una base de datos.

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

50 Si efectivamente se proporcionan los componentes remotos 670, 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, por ejemplo, si están encriptadas o protegidas físicamente o inseguras si no están encriptadas o protegidas de otra manera.

60 Puede haber uno o más componentes remotos 670. Si hay más de uno, pueden estar localizados en la misma localización o en diferentes localizaciones. 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 o los componentes remotos 670 pueden usar conexiones de red remotas respectivas. Solo se muestra una conexión de red remota de este tipo 679, que es similar a la conexión de red local 659, etc.

65 El o los componentes remotos 670 también pueden incluir un procesador remoto 676. El procesador remoto 676 puede realizarse de cualquier forma conocida en la técnica, tal como se ha descrito haciendo referencia al procesador local

656.

El o los componentes remotos 670 también pueden incluir una memoria remota 677. La memoria remota 677 puede realizarse de cualquier forma conocida en la técnica, tal como se ha descrito haciendo 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 hacer referencia a los EPC. La memoria remota 677 también puede contener información asociada con órdenes, perfiles de etiquetas, claves o similares, similar a la memoria local 657.

De los elementos descritos anteriormente, es ventajoso considerar una combinación de estos 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 enlaza la conexión de red remota 659 con la conexión de red local 679. La parte puede cambiarse dinámicamente, 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, el procesador remoto 676 puede realizarse de tal manera que opere de manera complementaria con la del procesador local 656. De hecho, los dos pueden funcionar conjuntamente. Se apreciará que el bloque de procesamiento operativo 690, tal como se define de esta manera, está en comunicación tanto con la memoria local 657 como con la memoria remota 677, si ambas están presentes.

En consecuencia, el bloque de procesamiento operativo 690 es independiente de la localización, ya que sus funciones pueden implementarse mediante el procesador local 656, el procesador remoto 676 o una combinación de ambos. Algunas de estas funciones se implementan preferentemente por el procesador local 656 y otras 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 de RFID 600 opera mediante el bloque de procesamiento operativo 690 que genera comunicaciones para las etiquetas de RFID. Estas comunicaciones se transmiten finalmente por el bloque de controlador de antena 651, con el bloque de modulador/codificador 654 que codifica y modula la información en una onda de RF. A continuación, se reciben datos de las etiquetas a través del bloque de controlador de antena 651, se demodulan y decodifican mediante el bloque demodulador/descodificador 653 y se procesan mediante el bloque de procesamiento operativo 690.

Los ejemplos de un sistema lector de RFID pueden implementarse como hardware, software, firmware o cualquier combinación. Es ventajoso considerar dicho sistema como subdividido en componentes o módulos. Un experto en la materia reconocerá que algunos de estos componentes o módulos pueden implementarse como hardware, algunos como software, algunos como firmware y algunos como una combinación. A continuación se describe un ejemplo de dicha subdivisión, junto con la etiqueta de RFID como módulo adicional.

La figura 7 es un diagrama de bloques que ilustra una arquitectura de un sistema de RFID 700 de acuerdo con los ejemplos. Por motivos de claridad, el sistema de RFID 700 se subdivide en módulos o componentes. Cada uno de estos módulos puede implementarse por sí solo o en combinación con otros. Además, algunos de ellos pueden estar presentes más de una vez. Otros ejemplos pueden subdividirse de manera equivalente en diferentes módulos. Se reconocerá que algunos aspectos de la figura 7 son paralelas a las descritas anteriormente.

La etiqueta de RFID 703 se considera en este caso como un módulo en sí mismo. La etiqueta de 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 los datos que pasan a través de la misma no están destinados a transformarse de una cosa a otra. Las especificaciones sobre cómo los lectores y las etiquetas deben comunicarse entre sí, por ejemplo, la Especificación Gen2, también caracterizan adecuadamente esa interfaz como un límite.

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

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

El sistema de RFID 700 también incluye un módulo de controlador físico 740, que también se conoce como módulo de enlace de datos. En algunos ejemplos, el módulo de controlador físico 740 intercambia bits con el módulo de procesamiento de señales 730. El módulo de controlador físico 740 puede ser la etapa asociada con el entramado de datos.

El sistema de RFID 700 incluye además un módulo de control de acceso a medios 750, que también se conoce como módulo de capa MAC. En un ejemplo, el módulo de capa MAC 750 intercambia paquetes de bits con el módulo de controlador 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 otros ejemplos podría ser una interfaz cableada.

5 El sistema de 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.

10 Todas estas funcionalidades del sistema de RFID pueden ser soportadas por uno o más procesadores. Uno de estos procesadores puede considerarse un procesador principal. Dicho procesador principal podría incluir un sistema operativo principal (OS) y/o una unidad central de procesamiento (CPU), como en el módulo 770. En algunos ejemplos, el procesador no se considera como un módulo separado, sino como uno que incluye algunos de los módulos mencionados anteriormente del sistema de RFID 700.

15 El módulo de interfaz de usuario 780 puede acoplarse 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 soportarse por el módulo de SO/CPU principal 770 mencionado anteriormente o por un procesador separado, etc.

20 Se observará que los módulos del sistema de RFID 700 forman una cadena. Los módulos adyacentes en la cadena pueden acoplarse mediante 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 unos de otros o a través de una red, para comunicación remota.

25 La cadena se usa en una dirección para recibir formas de onda de RFID y en la otra para transmitir formas de onda de RFID. En el modo de recepción, la o las antenas lectoras 710 reciben ondas inalámbricas, que a su vez se procesan sucesivamente por los distintos 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 estar en cualquiera de los módulos. En última instancia, las señales se enrutan a la o las antenas lectoras 710 para transmitirse como ondas inalámbricas.

30 La arquitectura del sistema de RFID 700 se presenta con fines explicativos y no limitativos. No es necesario seguir su particular subdivisión en módulos para crear ejemplos. Además, las características de la presente divulgación pueden realizarse dentro de uno solo de los módulos o mediante una combinación de los mismos.

35 Todo lo descrito anteriormente en términos de lectores y componentes de lectores encuentra cierta correspondencia con etiquetas y circuitos integrados de etiquetas, y viceversa. Se han expuesto numerosos detalles en la presente descripción, que deben tomarse como un todo, para proporcionar una comprensión más completa de la invención. En otros casos, las características bien conocidas no se han descrito en detalle, para no oscurecer innecesariamente la invención.

40 Uno o más lectores de RFID o partes distribuidas de uno o más lectores, pueden acoplarse o integrarse dentro de una matriz de antenas para formar un lector de haz sintetizado (Synthesized Beam Reader, SBR) capaz de generar múltiples haces de RF, 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 los ejemplos. La matriz de antenas 800 incluye una matriz de elementos de antena 802 y 804 y un plano de tierra 808 detrás de los elementos 802 y 804. Cada elemento tiene un vector de dirección de radiación 806 (solo se muestra para un elemento) que es normalmente, pero no necesariamente, perpendicular al plano de tierra. Puede sintetizarse un patrón de radiación de RF (o "haz") para recibir o transmitir una señal de RF ajustando la amplitud y/o la fase de las señales acopladas desde/a cada elemento de antena 802 y 804. La dirección del haz sintetizado (normalmente representada por la dirección del lóbulo principal del haz, el lóbulo que tiene la mayor potencia radiada) se controla mediante 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 a continuación dirigir la señal generada a los elementos 802 y 804 con diferentes amplitudes y fases. Como alternativa, el SBR puede sintetizar digitalmente las diferentes señales para cada elemento de antena y a continuación convertir las señales digitales en analógicas. En otros ejemplos, 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 y un ajuste de amplitud apropiados de cada una o puede digitalizar las señales de cada elemento y combinarlas digitalmente o una mezcla de las mismas.

60 Los elementos de antena de la SBA 800 pueden ser uno o más de entre una antena plana, de ranura, de cable, de bocina, helicoidal, distribuida o de cualquier otro tipo, como conocerán los expertos en la materia. Mientras que la figura 8 solo muestra nueve elementos de antena, pueden usarse matrices de antenas con cualquier número de elementos de antena, incluido un único elemento distribuido o un elemento fabricado de metamateriales. En algunos ejemplos, el plano de tierra 808 puede no ser plano (por ejemplo, curvo, cóncavo, convexo, etc.) y en otros ejemplos no es necesario que exista.

65 Las figuras 9A y 9B muestran las direcciones de algunos de los haces de RF que puede generar la SBA 900, similar a la SBA 800 en la figura 8. La SBA 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 SBA 900 depende de las señales hacia/desde cada elemento. Supóngase que el SBR 900 transmite usando principalmente los elementos 902, 906 y 914. A continuación, en función de la amplitud y la fase de las señales aplicadas a estos elementos, la SBA 900 puede dirigir un haz a lo largo de la dirección indicada por la línea discontinua 920. De manera similar, supóngase que el
- 5 SBR 900 transmite principalmente usando los elementos 902, 908 y 916. A continuación, en función de la amplitud y la fase de las señales aplicadas a estos elementos, la SBA 900 puede dirigir un haz a lo largo de la dirección indicada por la línea discontinua 922. Por supuesto, son posibles otras disposiciones de dirección, que incluyen el uso de los 9 elementos para transmitir y/o recibir en direcciones arbitrarias y generar haces estrechos.
- 10 La figura 9B muestra cómo pueden sintetizarse haces de RF con diferentes direcciones usando elementos de antena localizados a lo largo de la línea 920, con el diagrama de la izquierda representando una vista delantera 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 puede controlarse variando la amplitud y la fase de las señales hacia/desde los elementos de antena. Por ejemplo, al aplicar una fase de señal anterior al elemento 906, una fase de señal intermedia al elemento 902 y una
- 15 fase de señal posterior al elemento 914, la SBA tenderá a dirigir 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 dirigir 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 la hay).
- 20 La figura 10 representa haces potenciales de un SBR de acuerdo con los ejemplos. 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 en la figura 9A), con cada haz de RF apuntando en una dirección diferente.
- 25 Los diagramas 1020, 1040, 1060 y 1080 representan áreas de cobertura, mostradas como círculos sombreados, de los patrones de haz generados por SBR 1010. Un haz generado por un SBR tiene un volumen de cobertura, también conocido como "campo de visión (FoV)" del haz, que es un volumen en el espacio tridimensional donde, durante la transmisión, la densidad de energía transmitida supera un umbral, y donde, durante la recepción, la densidad de energía recibida supera un umbral. El área de cobertura de un haz es una proyección del FoV del haz sobre una
- 30 superficie. El FoV 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 interiores 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 SBR 1010. Como se muestra en los diagramas 1020-1080, las áreas de cobertura del haz pueden superponerse. Por ejemplo, el haz interior 1014 puede solaparse con el haz central 1012, con uno o más haces interiores y con uno o más haces exteriores.
- 35
- 40 Mientras que el SBR 1010 se representa como capaz de generar y conmutar entre cinco haces en un eje (por ejemplo, el eje 1018), en otros ejemplos un SBR puede generar y conmutar entre más o menos haces en cualquier eje dado. De manera 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 en la figura 9A), en otros ejemplos, un SBR puede configurarse para generar haces en más o menos ejes. El área de cobertura de un haz individual en la figura 10 y las figuras posteriores se
- 45 representa como circular por simplicidad, y en realidad puede tener cualquier forma adecuada, y puede 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 sobre la superficie.
- 50
- La figura 11 representa la sensibilidad de recepción o la potencia de haz en función del ángulo del haz para un subconjunto de los 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, todas localizadas a lo largo del
- 55 eje 1018. La gráfica 1140 muestra la sensibilidad de recepción o potencia de haz en función del ángulo del haz. Cada uno de los haces 1012-1016 está orientado en un ángulo particular, con el haz 1012 orientado perpendicularmente al plano del SBR 1010, los haces 1013/1014 orientados con un ángulo Θ desde el haz 1012 y los haces 1015/1016 orientados en un ángulo ϕ desde el haz 1012. Estos ángulos están mapeados en el eje horizontal 1142 de la gráfica 1140. El eje vertical 1144 puede representar la sensibilidad del haz o la potencia suministrada (o ambas), con una sensibilidad/potencia disminuyendo alejándose del origen. Cada uno de los haces 1012-1016 tiene un contorno de sensibilidad/potencia representado como un arco en la gráfica 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 de haz o ambas, tienen un valor constante. Si se considera solo la potencia de 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
- 60 etiqueta. Como alternativa, el contorno de potencia puede representar la potencia mínima necesaria para alimentar la etiqueta de RFID y las curvas en el contorno del haz pueden representar la reducción en el intervalo de lectura a
- 65

medida que la etiqueta se aleja del ángulo de orientación del haz. Por supuesto, la sensibilidad/potencia de haz puede variar con la frecuencia de RF del haz, la sensibilidad de la etiqueta, la operación deseada de la etiqueta o en relación a otros parámetros de RFID como sabrán los expertos en la materia.

5 La figura 12 es un diagrama que representa una etiqueta de RFID localizada de tal manera que está iluminada por un subconjunto de los haces de la figura 11. La gráfica 1200 traza la potencia de haz 1202 disponible para alimentar la etiqueta desde el 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 suele ser más sensible a ciertas frecuencias que a otras. La línea 10 1210 es la potencia necesaria por la etiqueta en la frecuencia del caso más desfavorable (es decir, la menos sensible), y la línea 1222 es la potencia necesaria por la etiqueta en la frecuencia del mejor de los casos (es decir, la más sensible). La etiqueta puede operar en todas las localizaciones físicas y frecuencias para las que la curva 1202 se encuentra por encima de la línea 1210, y puede funcionar en todas las localizaciones físicas y en la frecuencia del mejor de los casos para las que la curva 1202 se encuentra por encima de la línea 1218. Por supuesto, existe un 15 continuo de líneas entre 1210 y 1218, que representa el continuo de frecuencias de RF entre el mejor y el peor de los casos. 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 20 convertida de la posición física al ángulo de orientación del haz. La etiqueta 1222, mostrada con una "X" en los diagramas 1220 y 1240, está localizada donde se superponen múltiples haces y puede alimentarse por un haz cuando el contorno de potencia de haz se localiza 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 etiqueta 1219 muestra el intervalo de niveles de potencia a varias frecuencias para las que la etiqueta puede operar. 25 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 puede determinarse la localización de la etiqueta de RFID 1222 de la figura 12 usando los niveles de potencia de haz. La figura 13 incluye una serie de gráficas (1310, 1320, 1330 y 1340) y diagramas de 30 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 etiqueta 1219 muestra el intervalo de niveles de potencia a varias frecuencias para las que la etiqueta puede operar.

35 Considérense los diagramas 1310 y 1312, que representan el haz 1012 interactuando con la etiqueta 1222. Todo el perfil de operación de 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.

40 Volviendo ahora al haz 1013 obsérvese que el perfil de operación de etiqueta 1219 supera la potencia de 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.

45 Volviendo al haz 1014 obsérvese que el perfil de operación de etiqueta 1219 supera la potencia de 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.

50 Finalmente, los diagramas 1340 y 1342 representan cómo cada uno de los cinco haces 1012-1016 puede interactuar con la etiqueta 1222. Como se ha descrito anteriormente, un SBR que conmuta entre los haces 1012, 1013 y 1014 puede tener tasas de respuesta del 100%, 92% y 60% cuando interactúa con la etiqueta 1222. Para los haces 55 exteriores 1015 y 1016, cuyos contornos apenas superponen el marcador de intervalo de etiquetas, si es que lo hacen, las tasas de respuesta son del 2% ("[2]") y del 0% ("[0]"). Si el SBR mide la tasa de respuesta de los cinco haces superpuestos, entonces puede determinar la localización 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 en algún lugar 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 60 más cerca del haz 1013 que del haz 1014. En algunos ejemplos, las tasas de respuesta pueden combinarse, por ejemplo, usando un promedio ponderado o un método de promedio de centroide, para mejorar la estimación de la localización de la etiqueta. La localización de la etiqueta 1222 puede refinarse adicionalmente usando las pendientes de las respuestas de sensibilidad del haz en comparación con el perfil de operación de etiqueta.

Mientras que se ha determinado la localización de la etiqueta en la figura 12, por razones de brevedad y claridad, usando haces que se encuentran a lo largo del eje 1018, también pueden usarse otros haces a lo largo de otros ejes. 65 La figura 14 representa cómo puede determinarse la localización 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 ha descrito en la figura 13) representada por el número entre corchetes en el círculo del haz. La tasa de respuesta de un haz está relacionada con la superposición
 5 entre la cobertura del haz y la localización 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 localización de la etiqueta 1422 puede determinarse 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 las 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 para su ilustración y pueden diferir de las tasas de respuesta reales entre haces adyacentes.
 10

Mientras que el área de cobertura de un haz se representa como circular en las figuras anteriores, en algunos ejemplos el área de cobertura de un haz puede tener otra forma. Como ejemplo, la figura 15 representa haces con formas elípticas formadas por un SBR de acuerdo con los ejemplos.
 15

El diagrama 1500 en la figura 15 es similar a la figura 9B y representa haces sintetizados activando elementos de antena a lo largo del plano 920. Como se ha descrito en la figura 9B, los haces de RF 1530, 1532 y 1534 (similares a los haces de RF 930, 932 y 934, respectivamente) pueden sintetizarse suministrando señales de fase desplazada apropiadamente a los elementos de antena a lo largo del plano 920. Debido a que solo se activan 3 elementos de antena, en una línea, el SBR del diagrama 1500 puede dirigir 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 de manera 1542 y elementos activados a lo largo de la línea 924 para generar un haz de manera 1546. El ajuste de la fase de las señales proporcionadas a los elementos de la antena a lo largo de las líneas 922, 924 y 926 permite dirigir los haces a diferentes localizaciones, como se muestra en el diagrama 1560 para los haces 1562, 1564 y 1566, respectivamente. Como se ha descrito anteriormente, una etiqueta en la localización 1546 en el diagrama 1560 puede producir diferentes índices de respuesta con frecuencia a un SBR que dirige un haz en estas diversas
 20 25 30 direcciones, lo que permite que el SBR determine la localización de la etiqueta.

Todos los sistemas de haz dirigido generan haces laterales (lóbulos laterales) además del haz principal. Como sabrán los expertos en la materia, existen técnicas para suprimir estos lóbulos laterales, tales como añadiendo más elementos de dirección, conformación de haz digital, protección y otros métodos, pero ninguna puede suprimir los lóbulos laterales por completo. La figura 16 representa unos haces dirigidos con lóbulos laterales formados por un SBR de acuerdo con los ejemplos. El diagrama 1600, similar a la figura 9B, representa una vista delantera 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 inventariar una etiqueta que no está colocada 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 inventariar erróneamente la etiqueta 1634. Afortunadamente, debido a que los lóbulos laterales tienen menor potencia que los lóbulos principales, un SBR normalmente puede usar la tasa de respuesta de una etiqueta para discriminar una etiqueta en un haz principal (que tendrá una tasa de respuesta alta) de una etiqueta en un lóbulo lateral (que tendrá una respuesta baja).
 35 40

Como se ha descrito anteriormente, la sensibilidad y la tasa de respuesta de una etiqueta pueden variar con la frecuencia del haz incidente. En algunos ejemplos, el contorno de sensibilidad de un haz también puede variar con la frecuencia. La figura 17 representa cómo pueden usarse las variaciones basadas en la frecuencia en la potencia suministrada de un haz para determinar la localización de la etiqueta. La gráfica 1700 es similar a las gráficas 1310, 1320 y 1330, y muestra un haz que tiene un contorno de sensibilidad 1702 en una frecuencia y un contorno de sensibilidad 1704 en otra frecuencia. La gráfica 1700 también representa un perfil de operación de etiqueta 1719 similar al perfil 1219. Usando perfiles de haz junto con las tasas de respuesta de etiqueta en función de la frecuencia, un SBR puede estimar mejor la localización de la etiqueta.
 45 50

La figura 18 representa un proceso 1800 para determinar la localización de la etiqueta contando las lecturas de etiqueta. El proceso 1800 comienza en la operación 1802, donde un SBR realiza el inventario de una etiqueta. 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 etiqueta usando un primer haz a una primera frecuencia, a continuación generar y contar lecturas de etiqueta usando un segundo haz a la primera frecuencia y continuar este proceso hasta que haya iterado a través de todos los haces. A continuación, el SBR puede repetir el proceso para diferentes frecuencias. Como alternativa, el SBR puede contar lecturas de etiqueta usando un primer haz a una primera frecuencia, a continuación generar y contar lecturas de etiqueta usando el primer haz a una segunda frecuencia, y continuar este proceso hasta que haya iterado a través de todas las frecuencias. El SBR puede a continuación repetir el proceso para diferentes haces. Por supuesto, el SBR puede intercalar estas opciones de haces y frecuencias de cualquier forma imaginable, incluso al azar. El SBR puede actuar de manera adaptativa/inteligentemente, eligiendo un subconjunto de haces y frecuencias que le permitan localizar una etiqueta con la mayor rapidez y/o precisión posible. El SBR puede alterar la polarización de sus haces para reducir el impacto de la polarización de la etiqueta al determinar la localización de la etiqueta. El SBR puede combinar datos de
 55 60 65

haz/frecuencia con otra información, como un mapa o planograma de una instalación (por ejemplo, el SBR puede excluir barreras conocidas tales como muros, de entre las posibles localizaciones 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 usa el haz recopilado, la frecuencia, la velocidad de lectura y otra información para determinar la localización de la etiqueta.

La capacidad de un haz para inventariar o acceder a una etiqueta se basa en la potencia absoluta del haz, el contorno de potencia de haz, la dirección de orientación 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, inventario frente a escritura) y otros parámetros. Una etiqueta que se encuentra dentro del intervalo de inventario de etiquetas del SBR tiene suficiente potencia para recibir y responder a las órdenes SBR, mientras que una etiqueta que se encuentra fuera del intervalo de inventario de etiquetas del SBR no tiene suficiente potencia para recibir y responder a las órdenes SBR.

La figura 19 representa el intervalo de inventario de etiquetas de un SBR de acuerdo con los ejemplos. Los diagramas 1920 y 1940 muestran unas vistas laterales y delanteras de un SBR 1900 que intenta inventariar las etiquetas 1904 y 1906 usando un haz 1902. Cada una de las etiquetas 1904/1906 tiene un contorno de sensibilidad asociado, etiquetado como 1908 y 1910, respectivamente. El SBR 1900 puede inventariar la etiqueta 1904 usando el haz 1902, debido a que el contorno de potencia de haz 1902 se superpone al contorno de sensibilidad de etiqueta 1908. El SBR 1900 no puede inventariar la etiqueta 1906 usando el haz 1902, debido a que el haz 1902 no se superpone al contorno de sensibilidad 1910 de la etiqueta 1906.

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

La figura 20 representa cómo puede aumentarse el contorno de sensibilidad de una etiqueta usando un SBR auxiliar para suministrar energía de RF adicional, de acuerdo con las realizaciones. La figura 20, similar a la figura 19, representa unas vistas laterales y delanteras 2020 y 2040, respectivamente, del SBR 1900 que intenta inventariar las etiquetas 1904 y 1906. La figura 20 también incluye otro SBR 2000 colocado para suministrar energía de RF adicional a la etiqueta 1910 usando el haz 2002. En la figura 20, como se representa, ni el SBR 1900 ni el SBR 2000 pueden inventariar la etiqueta 1906 por sí solos, debido a que los haces 1902 y 2002 se encuentran fuera del contorno de sensibilidad 1910 de la etiqueta 1906. Sin embargo, si SBR 1900 y SBR 2000 suministran energía de RF al mismo tiempo, entonces el contorno de sensibilidad efectivo de la etiqueta 1906 aumenta del perímetro 1910 al perímetro 2010, lo que permite que ambos SBR inventarién la etiqueta 1906. En la práctica, existen muchas formas de funcionamiento conjunto entre el SBR 1900 y el SBR 2000. El SBR 1900 puede emitir órdenes de inventario mientras que el SBR 2000 envía energía de RF sin procesar (una onda continua o mínimamente modulada). O el SBR 1900 puede enviar energía de RF sin procesar mientras el SBR 2000 emite órdenes de inventario. O tanto el SBR 1900 como el SBR 2000 pueden emitir órdenes de inventario sincronizados. Independientemente de los medios, dos SBR pueden suministrar más energía que uno, y si los dos SBR están sincronizados para proporcionar energía de manera conjunta que la etiqueta 1906, que era invisible para cualquiera de los SBR individualmente, puede volverse visible para uno o ambos.

En algunas realizaciones, los dos SBR pueden usar la misma frecuencia de RF durante dicha alimentación cooperativa, particularmente en casos donde los SBR envían órdenes sincronizadas. En otras realizaciones, particularmente aquellas en las que un SBR proporciona órdenes y la otra energía de RF sin procesar, los SBR pueden usar frecuencias significativamente diferentes para evitar que las frecuencias de RF generen notas pulsadas que confundan al demodulador de la etiqueta (tal como el demodulador 442 en la figura 4). Por supuesto, los SBR pueden optimizar su elección de frecuencia en función de la polarización del haz o de la etiqueta, el tipo de etiqueta, la capacidad de la etiqueta para rechazar interferencias tales como notas pulsadas, y otros parámetros. Los SBR también pueden ajustar su potencia suministrada relativa o absoluta para mejorar la potencia conjunta. En algunas realizaciones, uno de los SBR no necesita ser un SBR en absoluto, sino que podría ser un lector fijo (es decir, no de haz dirigido), un lector de mano, un lector de plataforma, un lector de puerta de muelle o cualquier otro lector de RFID, como sabrán los expertos en la materia. En algunas realizaciones, un controlador y/o uno o ambos de los SBR pueden ajustar la potencia y/o la frecuencia de la o las señales de RF generadas para aumentar el intervalo de inventario de la etiqueta de RFID. En algunas realizaciones, el ajuste puede incluir barrer un intervalo de valores de potencia y/o frecuencia; en otras realizaciones, el ajuste puede ser adaptativo y basado en las condiciones ambientales (por ejemplo, el ruido de RF o las propiedades dieléctricas de los artículos a los que se adjuntan las etiquetas), las respuestas de las etiquetas recibidas, las características de rendimiento de las etiquetas (por ejemplo, sensibilidad, rechazo de interferencias o capacidad de recolectar energía de otra fuente de RF) y/o tamaño de población de etiquetas. En algunas realizaciones, uno de los SBR apuntará a la localización objetivo y otro SBR puede dirigir su haz a múltiples localizaciones en las proximidades de la localización objetivo para mejorar la alimentación cooperativa.

Por supuesto, los beneficios de la alimentación cooperativa de etiquetas no se limitan a un par de SBR. La figura 21 representa cómo múltiples SBR pueden funcionar conjuntamente para inventariar una población de etiquetas de

acuerdo con las realizaciones. El diagrama 2100 representa cuatro SBR 2102, 2104, 2106 y 2108 dispuestos para inventariar 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 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 inventariar las etiquetas 2110 usando el haz 2118, mientras que los SBR 2102-2106 proporcionan energía adicional. Por supuesto, cualquiera de los SBR puede hacer el inventario mientras los otros suministran energía o dos pueden inventariar (de forma sincrónica o no) mientras los otros dos suministran energía o cualquier otra posibilidad. Por supuesto, el número de SBR es arbitrario: se muestran cuatro, pero pueden usarse más o menos en la práctica real.

En algunas realizaciones, un controlador, tal como el controlador 2120 en los diagramas 2100 y 2150, puede realizar la coordinación de SBR para inventariar y alimentar etiquetas de manera conjunta usando los SBR 2102, 2104, 2106 y 2108. En otras realizaciones, el controlador 2120 puede embeberse dentro de uno o más de los SBR. En aún otras realizaciones, los SBR pueden formar una red de comunicación entre pares y sincronizarse entre sí.

En general, un SBR sintetiza un haz de RF para apuntar a localizaciones (por ejemplo, áreas de cobertura de un haz mostradas en la figura 10), durante periodos de tiempo, y a veces de acuerdo con un patrón de exploración, que puede ser predeterminado o dinámico. Una localización apuntada puede identificarse por uno o más SBR como un indicador de haz (tal como un indicador numérico), una localización en el piso de una instalación en la que se localizan los SBR, un conjunto de coordenadas polares o cartesianas o cualquier otro identificador de localización adecuado.

En algunas realizaciones, el patrón de escaneo es una secuencia de localizaciones objetivo y un SBR puede sintetizar haces para apuntar a las diferentes localizaciones objetivo basándose en un temporizador, una señal de activación generada por el SBR o un controlador y/o comunicaciones de uno o más otros SBR. En algunas realizaciones, el patrón de escaneo es al menos una localización objetivo y al menos un tiempo de localización objetivo correspondiente, definido como el tiempo en el que dos SBR diferentes apuntan a la localización objetivo. El tiempo de la localización del 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 escaneo en la memoria, recibir un patrón de escaneo de un controlador (por ejemplo, el controlador 2120, otro SBR, un dispositivo de red o alguna otra entidad de control), generar un patrón de escaneo usando la información recibida de un controlador u otros SBR, generar un patrón de exploración aleatoriamente, generar un patrón de exploración para optimizar la alimentación cooperativa de etiquetas o generar un patrón de exploración basado en cualquier otro u otros parámetros adecuados. En algunas realizaciones, un patrón de exploración de un SBR puede anularse temporalmente (o permanentemente) mediante un controlador u otro SBR.

La asignación de funciones (inventario o alimentación) a diferentes SBR puede depender del historial (es decir, si un SBR fue más recientemente un SBR de inventario o un SBR de alimentación), la localización del SBR, la cantidad de etiquetas que el SBR ha inventariado recientemente o históricamente, el número de etiquetas que todos o un subconjunto de los SBR han inventariado o cualquier otro número o tipo de parámetros adecuados. En algunas realizaciones, las asignaciones de funciones de SBR pueden preestablecerse, por ejemplo, puede asignarse un SBR particular al inventario durante un período de tiempo, proporcionar energía durante otro período de tiempo y, a continuación, repetir. En otras realizaciones, las asignaciones de funciones de SBR pueden ser dinámicas o adaptativas, incluso durante una comunicación en curso con una etiqueta. Por ejemplo, un lector puede comenzar y, a continuación, interrumpir un diálogo con una etiqueta. A continuación, otro lector puede continuar el diálogo interrumpido con la etiqueta mientras el lector original proporciona energía o realiza alguna otra tarea.

En algunas realizaciones, los SBR pueden configurarse para alimentar etiquetas de manera conjunta solo en ciertas circunstancias. Por ejemplo, si un SBR está usando uno de sus haces exteriores para inventariar etiquetas, entonces otro SBR puede alimentar las etiquetas de manera conjunta, sabiendo que la alimentación cooperativa es particularmente eficiente cuando se usa con haces 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) otro SBR puede funcionar conjuntamente para proporcionar energía adicional. Como otro ejemplo más, si el número de etiquetas inventariadas es menor que el número esperado, otros SBR pueden proporcionar energía adicional para aumentar la sensibilidad de la etiqueta y, por lo tanto, permitir que se inventaríen más etiquetas. Como otro ejemplo más, si una etiqueta indica que no tiene energía suficiente para realizar una operación, tal como escribir datos en la memoria, otros SBR pueden proporcionar energía adicional para que la etiqueta pueda realizar la operación.

Como se ha descrito anteriormente, los SBR pueden configurarse para recibir y/o intercambiar información sobre localizaciones objetivo, patrones de escaneo, tiempo de escaneo, configuración de haz, etiquetas, alimentación cooperativa y funciones. La figura 22 representa una variedad de formas en las que los SBR pueden recibir y/o intercambiar tal información. El diagrama 2200 representa una primera configuración en la que un SBR 2202 maestro 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 entre pares. 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 de estos temas, incluido el uso de más o menos SBR; mezclar la configuración (por ejemplo, un controlador que coordina las comunicaciones entre pares);

usando múltiples controladores, y otras infinitas combinaciones, como resultará evidente para los expertos en la materia. La comunicación entre los SBR y los controladores (si los hay) puede implementarse mediante una conexión por cable (por ejemplo, Ethernet, paralelo, serie u otro protocolo por cable adecuado), una conexión inalámbrica (por ejemplo, WiFi, móvil, Bluetooth u otro protocolo inalámbrico adecuado), un protocolo punto a punto, un protocolo basado en paquetes o direcciones o cualquier otro tipo de conexión o protocolo adecuado.

La figura 23 representa un proceso 2300 para coordinar la operación de SBR de acuerdo con las realizaciones. El proceso 2300 comienza en la operación 2302, donde un primer SBR (por ejemplo, el SBR 2000) sintetiza un haz (por ejemplo, el haz 2002) para apuntar a una primera localización. 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 apuntar también a la primera localización. En la operación 2308, el segundo SBR inventaría una o más etiquetas en la primera localización mientras el primer SBR continúa transmitiendo energía. En la operación opcional 2310, los SBR primero y segundo repiten las operaciones anteriores mientras apuntan a una segunda localización, 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 inventariando etiquetas, mientras que el segundo SBR transmite energía. Por supuesto, en otras realizaciones, pueden participar más de dos SBR en el proceso 2300.

La funcionalidad de SBR descrita anteriormente puede combinarse con técnicas de gestión de población de etiquetas para mejorar el rendimiento del inventario y detectar el movimiento de etiquetas. Una de tales técnicas de gestión de población de etiquetas es una actualización de etiquetas, también descrita en la solicitud de patente de Estados Unidos en tramitación con el número de serie 13/271.937 titulada "Broadcast Refresh of RFID Tag Persistence", que se incorpora en el presente documento como referencia en su totalidad. Muchos sistemas de RFID esperan que un lector, como un SBR, haga un inventario de todas las etiquetas de una población. Por lo general, el lector hace un inventario de una primera etiqueta, le ordena a la etiqueta que no conteste durante un período de tiempo (un tiempo de persistencia) y a continuación procede a inventariar una segunda etiqueta. En ejemplos típicos, el lector ordena a la primera etiqueta, ya sea explícita o implícitamente, establecer una marca (*flag*) (una marca inventariada, que en general, es un valor de bit semipersistente almacenado en la etiqueta) de un valor predeterminado o "no establecido" a un valor "establecido", lo que indica que se ha inventariado la etiqueta. Después de un tiempo (el tiempo de persistencia de marca), la marca en general, vuelve al valor predeterminado. En un mundo ideal, el lector continuaría el proceso hasta que haya inventariado todas las etiquetas. Desafortunadamente, si el lector no ha terminado de inventariar todas las etiquetas dentro del tiempo de persistencia, entonces la primera etiqueta olvidará que ya se ha inventariado (es decir, su marca inventariada volverá a su valor predeterminado) y se presentará para ser inventariada nuevamente. Posteriormente, una segunda etiqueta puede mostrar el mismo comportamiento, seguida de otras etiquetas. Si la población de etiquetas es grande, entonces el lector puede pasar tanto tiempo reinventariando etiquetas ya inventariadas que no puede dedicar suficiente tiempo a buscar las etiquetas difíciles de inventariar. Como resultado, es posible que algunas de las etiquetas de la población no se inventarían de ninguna manera.

La figura 24 es un diagrama 2400 que muestra los efectos de una actualización de etiqueta en un parámetro de marca física en función del tiempo. Un parámetro de marca puede incluir uno o más de entre tensión, corriente, carga y flujo asociado con una marca de etiqueta. En algunos ejemplos, si el valor de un parámetro de indicador está por debajo de un umbral 2402, se considera 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, entonces se considera que la marca contiene un segundo valor (por ejemplo, el valor "B"). Durante una operación de inventario 2406, puede conmutarse el parámetro de marca. Aunque la operación de inventario 2406 en la figura 24 confirma el valor de la marca de etiqueta de "A" a "B", en otros ejemplos, una operación de inventario puede confirmar el valor de la marca de etiqueta de "B" a "A". La cantidad en la que se ajusta el parámetro físico de la marca durante una operación de conmutación puede ser estática (por ejemplo, siempre aumenta/disminuye en una cantidad preestablecida) o dinámica (por ejemplo, la cantidad del aumento/disminución varía de acuerdo con cualquier número de parámetros), siempre que la cantidad de ajuste sea suficiente para cambiar el valor de la marca.

Después de que la operación de inventario 2406 conmute el valor de la marca de A a B, el parámetro físico de la marca comenzará a disminuir, como lo indica la curva 2404. En algún momento en el tiempo 2408, el parámetro físico de la marca habrá disminuido por debajo del umbral 2402, conmutando el valor de la marca de B a A. La diferencia entre el tiempo 2408 y el tiempo 2406 es el tiempo de persistencia de marca, y es cuánto tiempo la marca mantiene el valor B. La velocidad a la que disminuye el parámetro físico 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 de marca, y un lector transmite una orden de actualización 2412 a la etiqueta antes del tiempo 2408 (es decir, antes de que el parámetro físico disminuya por debajo del umbral 2402), entonces la orden de actualización 2412 ajusta (u ordena a la etiqueta que ajuste) el parámetro físico para aumentar el tiempo de persistencia de marca. Como se ha indicado anteriormente, la cantidad de ajuste puede ser estática o dinámica, siempre que el valor posterior a la actualización sea diferente del valor anterior a la orden de actualización. Al transmitir órdenes de actualización sucesivos (por ejemplo, la orden de actualización 2413 seguido de la orden de actualización 2414), la curva de disminución resultante 2410 puede ajustarse de tal manera que el tiempo de persistencia de marca efectiva (es decir, el tiempo antes del que la curva 2410 cae por debajo del umbral

2402) puede extenderse más allá del tiempo de persistencia de marca normal según se desee. Un lector puede transmitir la orden de actualización 2412 a etiquetas individuales o puede retransmitir la orden de actualización 2412 a múltiples etiquetas simultáneamente. El término "retransmitir" tal como se usa en el presente documento implica que la orden se dirige a múltiples etiquetas en lugar de a una etiqueta individualizada.

5 La figura 25 es un diagrama conceptual que muestra un proceso de inventario ilustrativo 2500 sin actualización. El proceso de inventario 2500 comienza a la izquierda y avanza a la derecha a lo largo del eje de TIEMPO horizontal. En el tiempo 2504, todas las etiquetas tienen valores de marca inventariados "A" y el lector 2502 comienza a inventariar las etiquetas "A". En el tiempo 2506, el lector 2502 ha inventariado tres etiquetas y sus valores de marca inventariados se han cambiado a "B", pero el lector 2502 aún no ha inventariado tres etiquetas y sus valores de marca permanecen como "A". Después del tiempo 2506, el lector hace un inventario de dos etiquetas adicionales y conmuta sus marcas a "B". Sin embargo, el valor de marca de una de las etiquetas 2514 anteriormente inventariadas, posiblemente la primera etiqueta inventariada, supera su tiempo de persistencia y vuelve de nuevo a "A" después del tiempo 2506. Como resultado, en el tiempo 2508, aunque se han inventariado cinco de las seis etiquetas, el lector 2502 todavía tiene dos etiquetas en el estado "A" que necesita inventariar. Después del tiempo 2508, el lector 2502 logra reinventariar la etiqueta 2514 y conmutar su valor de marca de nuevo a "B", pero mientras tanto, las etiquetas 2516 y 2518 anteriormente inventariadas han vuelto a ser "A". Por lo tanto, en el tiempo 2510, aunque el lector 2502 ha inventariado cinco de las seis etiquetas, aún no ha inventariado la última etiqueta 2512, y es posible que no pueda dedicar suficiente tiempo a inventariar la etiqueta 2512 si las etiquetas inventariadas anteriormente siguen retrocediendo.

La figura 26 es un diagrama conceptual que muestra un proceso de inventario ilustrativo 2600 con actualización. Al igual que con el proceso de inventario 2500 descrito anteriormente en relación con la figura 25, el proceso de inventario 2600 comienza en el tiempo 2604 (similar al tiempo 2504 en la figura 25) y continúa hasta el tiempo 2606 con tres etiquetas inventariadas, similar al tiempo 2506 en la figura 25. A diferencia de la figura 25, después del tiempo 2606, el lector 2602 transmite o retransmite una orden de actualización, y el valor de la marca de la etiqueta 2614 no vuelve de nuevo a "A", sino que permanece en "B" (a diferencia del valor de marca de la etiqueta 2514 en la figura 25, que retrocede). Como resultado, en el tiempo 2608, se han inventariado cinco de las seis etiquetas y ninguna ha vuelto al estado "A". En el tiempo 2608, el lector 2602 puede dedicar tiempo suficiente para inventariar la última etiqueta 2612, y una orden de actualización después del tiempo 2608 evita que las etiquetas 2616 y 2618 vuelvan al estado "A" en el tiempo 2610 (en comparación con las etiquetas 2516 y 2518 en la figura 25, que retroceden de nuevo a "A"). Por lo tanto, la funcionalidad de actualización mediante órdenes permite al lector 2602 dedicar más tiempo a buscar e inventariar etiquetas no inventariadas en lugar de inventariar etiquetas anteriormente inventariadas.

La funcionalidad de actualización descrita anteriormente no necesita usarse solo mientras se realizan inventarios de etiquetas activamente. Por ejemplo, un lector puede transmitir señales de actualización a etiquetas ya inventariadas mientras espera que otras etiquetas entren en su campo de visión. La funcionalidad de actualización también puede usarse para ayudar a gestionar diferentes poblaciones de etiquetas. Por ejemplo, un lector puede inventariar una primera población de etiquetas en una primera sesión y usar señales de actualización de retransmisión para mantener los valores de las marcas de etiquetas asociadas con la primera sesión. El lector puede, a continuación, inventariar una segunda población de etiquetas en una segunda sesión diferente de la primera, mientras continúa retransmitiendo señales de actualización para mantener los valores de marca de las etiquetas en la primera población. El concepto de 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 muchas otras etiquetas. La figura 27 es un diagrama conceptual 2700 que muestra unas vistas laterales de un sistema SBR en diferentes etapas de un proceso de rastreo de movimiento de etiquetas.

En el diagrama 2700, un SBR 2702 está configurado para generar haces de RF exteriores 2712, 2714, 2718 y 2720, y un haz de RF central 2716. El SBR 2702 normalmente escanea 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 rastreo de movimiento de etiquetas, el SBR 2702 realiza, en primer lugar, el inventario de las etiquetas estacionarias S1-S4 en el contenedor 2722 y las etiquetas estacionarias S5-S6 en el contenedor 2724 en una primera sesión. A continuación, el SBR 2702 retransmite una señal de actualización a las etiquetas estacionarias para mantenerlas en silencio en la primera sesión. En algunos ejemplos, estas etiquetas estacionarias también pueden inventariarse en una segunda sesión. En algunos ejemplos, las marcas inventariadas en la segunda sesión no retroceden mientras las etiquetas reciben energía.

En la etapa posterior 2730, un contenedor 2732 con etiquetas de interés (Tags of Interest, TOI) 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 realiza un inventario de estas TOI con haces de RF exteriores 2712 y 2714, usando la segunda sesión para el inventario. Al observar estas nuevas TOI nunca antes vistas, el SBR 2702 comienza un proceso de rastreo que incluye el uso de una sesión alternativa que es diferente de la segunda sesión (tal como la primera sesión, aunque

puede usarse cualquier sesión que no sea la segunda).

Un proceso de inventario (tal como se ha descrito 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 de la etiqueta, la etiqueta puede contestar con su identificador, el lector puede reconocer la recepción del identificador y la etiqueta puede confirmar entonces una marca inventariada en respuesta al reconocimiento. En algunos ejemplos, un lector puede desear inventariar una etiqueta sin hacer que la etiqueta confirme su marca inventariada. El lector puede hacer que no haya reconocimiento comenzando el proceso de inventario como se ha descrito anteriormente, pero no reconocer la recepción del identificador proporcionado por la etiqueta o transmitir una orden de no reconocimiento a la etiqueta. La orden NAK en la Especificación Gen2 UHF es una de esas órdenes de no reconocimiento.

En la etapa 2740, el SBR 2702 realiza el inventario de las etiquetas con el haz central 2716 usando la sesión alternativa. Debido a que las TOI 2734-2738 aún no se han inventariado en la sesión alternativa, sus marcas inventariadas deben estar en el estado A (es decir, indicando que no están inventariadas) y deben responder al SBR 2702. Cuando el SBR 2702 recibe un identificador de uno de estos TOI 2734-2738, que anteriormente se ha determinado que era nuevo y de interés, el SBR 2702 transmite una orden de no reconocimiento a la TOI, lo que hace que la TOI no cambie el estado de su etiqueta inventariada y facilitando de este modo el reinventario posterior. Además, debido a que SBR 2702 ha inventariado anteriormente la TOI con sus haces de RF exteriores y ahora está inventariando la TOI con su haz de RF central, puede inferir que la TOI se haya movido del 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 de RFID (tal como el SBR 2702) puede perder involuntariamente (es decir, no inventariar) una etiqueta (tal como una de las TOI 2734-2738) en uno de sus haces. Para compensar tales pérdidas, el SBR 2702 puede asociar las TOI que cree que se desplazan juntas, tal como las TOI 2734-2738, en un conjunto. El SBR 2702 puede suponer esta premisa a partir del hecho de que inventaría las TOI 2734-2738 al mismo tiempo, a partir del rastreo de las TOI 2734-2738 moviéndose juntas durante un período de tiempo, a partir de la información que se le proporcionó sobre las TOI 2734-2738, a partir de los identificadores TOI similares o a partir de otra información o fuentes o características de las TOI. Al asumir la asociación entre las TOI, incluso si el SBR 2702 pierde una de las TOI en un haz, tal como en el haz 2740, aún puede suponer que la TOI perdido se está moviendo con los otros TOI del conjunto.

En la etapa 2750, el SBR 2702 realiza un inventario de las TOI 2734-2738 con el haz de RF exterior 2720. De manera similar a la etapa 2740, el SBR 2702 puede inventariar las TOI en la sesión alternativa y, después de recibir un identificador de la TOI y determinar que la TOI se ha inventariado anteriormente, puede transmitir una orden de no reconocimiento a la TOI.

En el ejemplo de la figura 27, al inventariar en primer lugar la etiqueta en la segunda sesión, con todas las etiquetas estáticas ya en el estado B, el SBR 2702 puede identificar rápidamente nuevas TOI. Usando órdenes de no reconocimiento en la sesión alternativa, el SBR 2702 puede continuar observando las TOI en un mar de etiquetas estáticas. Al rastrear una TOI a través de los haces 1212, 2714, 2716 y 2720, el SBR 2702 puede inferir que una TOI se está moviendo.

Mientras que el ejemplo de la figura 27 muestra el rastreo de las TOI que se mueven linealmente en una dirección (hacia la derecha), el SBR 2702 puede configurarse para rastrear las TOI que se mueven en otras direcciones, en trayectorias lineales o no lineales. Por ejemplo, el SBR 2702 puede configurarse para realizar un rastreo de las TOI que entran en su área de cobertura a lo largo de un eje y salen a lo largo de otro (es decir, las TOI que cambian la dirección del movimiento dentro del área de cobertura del SBR). De manera similar, SBR 2702 puede configurarse para rastrear las TOI que se mueven en una trayectoria curva.

En algunos ejemplos, un SBR puede usar órdenes de actualización de etiquetas como se ha descrito anteriormente para ayudar en el rastreo de etiquetas. Por ejemplo, el SBR 2702 puede usar órdenes de actualización para mantener las marcas inventariadas de las etiquetas estáticas en los contenedores 2722 y 2724. La figura 28 muestra un diagrama de tiempo 2800 para un proceso de rastreo de etiquetas con órdenes de actualización de etiquetas. El diagrama de tiempo 2800 muestra los valores de las marcas de sesión uno (S1) y dos (S2), una TOI 2802 y dos etiquetas estáticas 2804 y 2806. En el diagrama de tiempo 2800, se confirma una marca cuando su valor es alto y no se confirma cuando su valor es bajo. El eje horizontal del diagrama de tiempo 2800 representa el tiempo, con eventos a la izquierda que preceden a los eventos a la derecha.

En el tiempo inicial 2810, un SBR realiza un inventario de las etiquetas estáticas 2804 y 2806 en ambas sesiones S1 y S2 y les ordena que confirmen sus marcas S1 y S2. Mientras que el diagrama de tiempo 2800 representa el inventario de estas etiquetas en ambas sesiones al mismo tiempo, en los ejemplos típicos, las etiquetas se inventarían en primer lugar en una sesión y, a continuación, en la otra sesión.

En el tiempo posterior 2812, el SBR transmite una orden de actualización a las etiquetas estáticas 2804 y 2806 como se ha descrito anteriormente. Sin la orden de actualización en el tiempo 2812, las marcas S1 de las etiquetas estáticas

2804/2806 disminuirían (como se muestra en las curvas de puntos) poco después del tiempo 2812. En el ejemplo representado, las marcas S2 de las etiquetas estáticas 2804/2806 no disminuyen, debido a que el valor de marca S2 de una etiqueta persiste cuando se alimenta a la etiqueta (como se ha descrito en la Especificación Gen2).

5 En el tiempo 2814, el SBR realiza el inventario de la TOI 2802 en la sesión S2 y hace que se confirme su marca de sesión S2 como resultado del inventario.

En el tiempo 2816, el SBR transmite otra orden de actualización a las etiquetas estáticas 2804/2806 para mantener sus valores de marca S1, que de otro modo disminuirían.

10 En el tiempo 2818, el SBR realiza el inventario de la TOI 2802 en la sesión S1. Después de recibir un identificador de la TOI 2802, el SBR transmite una orden de no reconocimiento (tal como una orden NAK Gen2), lo que hace que la marca de sesión S1 de la TOI 2802 permanezca sin confirmar.

15 En los tiempos 2820 y 2822, el SBR transmite órdenes de actualización para mantener los valores de marca de sesión S1 de las etiquetas estáticas 2804 y 2806. En el tiempo 2824, el SBR vuelve a inventariar la TOI 2802 en la sesión S1 y finaliza el proceso de inventario transmitiendo una orden NAK, dejando la marca de sesión S1 de la TOI 2802 sin confirmar.

20 Al usar en primer lugar la sesión S2 para encontrar la TOI 2802 entre las etiquetas estáticas cuyos marcas de sesión S2 se mantienen afirmados al estar encendidos, y a continuación usar la sesión S1 y las NAK para leer la TOI 2802 varias veces entre las etiquetas estáticas cuyas marcas de sesión S1 se actualizan, el SBR puede para inventariar la TOI 2802, en múltiples haces como se ha descrito anteriormente, y rastrear su movimiento. Por supuesto, las opciones de marca de sesión anteriores son arbitrarias: las marcas de sesión S1 y S2 podrían intercambiarse o la marca de sesión S3 podría usarse en lugar de la marca de sesión S1 o la marca de sesión S3 podría usarse en lugar de la marca de sesión S2 o las etiquetas podría tener marcas de sesión de cliente con diferentes nombres y atributos.

25 La figura 29 es un diagrama de flujo de un proceso de rastreo de etiquetas 2900, como puede realizarse por un SBR tal como el SBR 2702.

30 En la etapa 2902, el SBR determina si inventariar etiquetas o transmitir una orden de actualización de marca. El SBR puede determinar si transmitir una orden de actualización basándose en si ha inventariado recientemente alguna TOI, el tiempo transcurrido desde la última orden de actualización, el número de etiquetas estáticas o cualquier otra condición adecuada o combinación de condiciones.

35 Si el SBR elige enviar una orden de actualización, entonces transmite una orden de actualización en la etapa 2906, como se ha descrito anteriormente en relación con la etapa 2706 en la figura 27. Si el SBR elige inventariar las etiquetas, entonces puede recibir un identificador de una etiqueta estática o una TOI. El SBR puede determinar si una etiqueta es estática o una TOI basándose en cualquiera de los criterios descritos anteriormente, tal como si el SBR ha observado la etiqueta anteriormente, 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 inventariar etiquetas y puede usar una o más sesiones. A menos que el SBR observe una TOI, vuelve a la etapa 2902.

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

45 En algunos ejemplos, el SBR prioriza el orden en que realiza las tareas en la etapa 2902 ya sea en una secuencia fija o dinámicamente, basándose en la información recibida de las etiquetas o de fuentes exteriores.

50 Mientras que el proceso de rastreo de etiquetas anterior usa la sesión S1, que disminuye con el tiempo, en otros ejemplos el proceso puede usar una sesión diferente, que no disminuye mientras se alimenta la etiqueta, tal como la S3. En estos ejemplos, puede omitirse la etapa de actualización 2906.

55 Las etapas descritas en los procesos 1800, 2300 y 2900 son solo para fines ilustrativos. La gestión de etiquetas de RFID usando los SBR puede realizarse empleando etapas adicionales o menos etapas y en diferentes órdenes usando los principios descritos en el presente documento. Por supuesto, puede modificarse el orden de las etapas, eliminarse algunas etapas o agregar otras etapas de acuerdo con otros ejemplos.

60 Mientras que en la descripción anterior los haces de RF para transmitir y recibir se sintetizan por un SBR, en algunos ejemplos uno o más de los haces, en una o ambas funcionalidades de transmisión y recepción, pueden generarse sin el uso de una antena de haz sintetizado. Por ejemplo, los haces de transmisión pueden generarse por una antena de haz sintetizado pero el haz de recepción puede emplear una antena estática como antena plana, monopolo, dipolo, etc. Como otro ejemplo, los haces sintetizados pueden reemplazarse por múltiples antenas estáticas acopladas a uno o diversos lectores.

65

La descripción detallada anterior ha expuesto diversas realizaciones y/o ejemplos de los dispositivos y/o procesos a través del uso de diagramas de bloques y/o ejemplos. En la medida en que dichos diagramas de bloques y/o ejemplos contengan una o más funciones y/o aspectos, los expertos en la materia entenderán que cada función y/o aspecto dentro de dichos diagramas de bloques o ejemplos puede implementarse de manera individual y/o colectiva por 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 realizaciones divulgadas en el presente documento, en su totalidad o en parte, pueden implementarse de manera equivalente empleando circuitos integrados, como uno o más programas informáticos que se ejecutan en uno o más ordenadores (por ejemplo, como uno o más programas que se ejecutan en uno o más sistemas informáticos), como uno o más programas que se ejecutan en uno o más procesadores (por ejemplo, como uno o más programas que se ejecutan en uno o más microprocesadores), como firmware o como prácticamente cualquier combinación de los mismos, y que diseñar los circuitos y/o escribir el código para el software y/o firmware estaría bien dentro de la experiencia de un experto en la materia a la luz de la presente divulgación.

La presente divulgación no debe limitarse en términos de las realizaciones particulares descritas en la presente solicitud, que pretenden ser ilustrativas de diversos aspectos. Pueden realizarse muchas modificaciones y variaciones sin alejarse de su alcance, como será evidente para los expertos en la materia. Otros métodos y aparatos dentro del alcance de la divulgación, además de los enumerados en el presente documento, serán evidentes para los expertos en la materia a partir de las descripciones anteriores. Tales modificaciones y variaciones están destinadas a caer dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas. La presente divulgación está limitada únicamente por los términos de las reivindicaciones adjuntas. Debe entenderse que la presente divulgación no se limita a métodos, configuraciones, antenas, líneas de transmisión y similares en particular, que, por supuesto, pueden variar. También debe entenderse que la terminología usada en el presente documento tiene el fin de describir solo realizaciones 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 materia pueden traducir del plural al singular y/o del singular al plural, según sea apropiado para el contexto y/o la aplicación. Las diversas permutaciones de singular/plural pueden establecerse expresamente en el presente documento en aras de la claridad.

Los expertos en la materia entenderán que, en general, los términos usados en el presente documento, y especialmente en las reivindicaciones adjuntas (por ejemplo, los cuerpos de las reivindicaciones adjuntas), en general, se entienden como términos "abiertos" (por ejemplo, el término "incluyendo" debe interpretarse como "que incluye pero no se limita a", el término "teniendo" debe interpretarse como "que tiene al menos", el término "incluye" debe interpretarse como "incluye pero no se limita a", etc.). Los expertos en la materia comprenderán además que si se pretende un número específico de una citación de reivindicación introducida, dicha intención se citará explícitamente en la reivindicación y, en ausencia de dicha citación, dicha intención no estará presente. Por ejemplo, como ayuda para la comprensión, las siguientes reivindicaciones adjuntas pueden contener el uso de las expresiones introductorias "al menos uno" y "uno o más" para introducir citaciones de reivindicación. Sin embargo, el uso de tales expresiones no debe interpretarse en el sentido de que la introducción de una citación de reivindicación mediante los artículos indefinidos "un" o "una" limita cualquier reivindicación particular que contenga dicha citación de reivindicación introducida a las realizaciones que contengan solo una citación de este tipo, incluso cuando la misma reivindicación incluye las expresiones introductorias "uno o más" o "al menos uno" y artículos indefinidos como "un" o "una" (por ejemplo, "un" y/o "una" debe interpretarse como "al menos uno" o "uno o más"); lo mismo es válido para el uso de artículos definidos usados para introducir citaciones de reivindicación. Además, incluso si se cita explícitamente un número específico de una citación de reivindicación introducida, los expertos en la materia reconocerán que dicha citación debe interpretarse 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 A, B y C, etc.", en general, tal construcción se entiende en el sentido de que un experto en la materia entendería la convención (por ejemplo, "un sistema que tiene al menos uno de 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 comprenderán además que prácticamente cualquier palabra y/o expresión disyuntiva que presente dos o más términos alternativos, ya sea en la descripción, las reivindicaciones o los dibujos, debe entenderse que contempla las posibilidades de incluir uno de los términos, cualquiera de los términos o ambos términos. Por ejemplo, se entenderá que la expresión "A o B" incluye las posibilidades de "A" o "B" o "A y B".

Como entenderá un experto en la materia, para todos y cada uno de los fines, tal como en términos de proporcionar una descripción escrita, todos los intervalos divulgados en el presente documento también abarcan todos y cada uno de los posibles subintervalos y combinaciones de los mismos. Cualquier intervalo enumerado puede reconocerse fácilmente como que describe suficientemente y permite que el mismo intervalo se descomponga en mitades, tercios, cuartos, quintos, décimos, etc., al menos iguales. Como ejemplo no limitante, cada intervalo tratado en el presente documento puede descomponerse fácilmente en un tercio inferior, un tercio medio y un tercio superior, etc. Como también entenderá un experto en la materia, todas las expresiones como "hasta", "al menos", "mayor que", "menor

que" y similares, incluyen el número citado y hacen referencia a intervalos que posteriormente pueden descomponerse en subintervalos como se ha tratado anteriormente. Finalmente, como entenderá un experto en la materia, un intervalo incluye a cada miembro individual. Por lo tanto, por ejemplo, un grupo que tiene de 1 a 3 celdas se refiere a grupos que tienen 1, 2 o 3 celdas. De manera similar, un grupo que tiene de 1 a 5 celdas se refiere a grupos que tienen 1, 2, 3, 4 o 5 celdas, etc.

REIVINDICACIONES

1. Un método para al menos dos lectores de identificación por radiofrecuencia – RFID– (1900, 2000) de una red para inventariar un circuito integrado –CI– de RFID (1904, 1906) acoplado a una antena, comprendiendo el método:
- 5 a) comunicar, a través de dicha red, una localización objetivo entre dichos al menos dos lectores de RFID (1900, 2000);
- b) generar, mediante uno primero de dichos al menos dos lectores de RFID (1900, 2000) de la red, un primer haz (1902, 2002) dirigido a la localización objetivo;
- 10 c) generar, mediante uno segundo de dichos al menos dos lectores de RFID (1900, 2000) de la red, un segundo haz (1902, 2002) dirigido a la localización objetivo;
- d) transmitir, en el segundo haz (1902, 2002), una primera orden de inventario, mientras se transmite una primera señal de RF de alimentación cooperativa a la localización objetivo a través del primer haz;
- e) recibir, en respuesta a la primera orden de inventario, una contestación del CI (1904, 1906); y
- 15 f) transmitir, en el primer haz (1902, 2002), una primera señal de reconocimiento en respuesta a la contestación del CI, mientras que una segunda señal de RF de alimentación cooperativa se transmite a la localización objetivo a través del segundo haz.
2. El método de la reivindicación 1, en donde:
al menos uno de los lectores de RFID (1900, 2000) es uno de entre un lector fijo, un lector de haz sintetizado y un lector de mano.
- 20 3. El método de la reivindicación 1, en donde comunicar la localización objetivo comprende transmitir, a dichos al menos dos lectores de RFID (1900, 2000) de la red, un identificador de la localización objetivo.
- 25 4. El método de la reivindicación 3, en donde comunicar un identificador de la localización objetivo comprende al menos uno de:
- comunicar la localización objetivo desde el segundo lector (1900, 2000) al primer lector (1900, 2000); y
 - comunicar la localización objetivo desde un dispositivo de red al primer lector (1900, 2000).
- 30 5. El método de la reivindicación 1, que comprende además transmitir, a al menos uno de dichos al menos dos lectores de RFID (1900, 2000) de la red, información sobre al menos una de entre la primera orden de inventario y la primera orden de reconocimiento.
- 35 6. El método de la reivindicación 1, en donde la primera señal de RF de alimentación cooperativa es una señal de RF no modulada; y una segunda orden de inventario idéntica y sincronizada con la primera orden de inventario.
7. El método de la reivindicación 1, en donde la segunda señal de RF de alimentación cooperativa es una de entre una señal de RF no modulada y una segunda señal de reconocimiento idéntica y sincronizada con la primera señal de reconocimiento.
- 40 8. El método de la reivindicación 1, en donde:
- el primero de dichos al menos dos lectores de RFID (1900, 2000) es al menos uno de entre un lector fijo y un lector de haz sintetizado (SBR); y
 - 45 el segundo haz (1902, 2002) se genera por un lector de mano.
9. El método de la reivindicación 1, que comprende además recibir, desde dichos al menos dos lectores de RFID (1900, 2000) de la red, información sobre al menos una de entre la primera orden de inventario y la primera señal de reconocimiento.
- 50 10. El método de la reivindicación 1, que comprende además ajustar al menos una de entre una alimentación y una frecuencia de al menos una de las señales de RF de alimentación cooperativa primera y segunda.
11. El método de la reivindicación 10, en donde el ajuste comprende barrer un intervalo de valores.
- 55 12. El método de la reivindicación 1, que comprende además dirigir el segundo haz (1902, 2002) hacia una pluralidad de localizaciones en las proximidades de la localización objetivo.

100

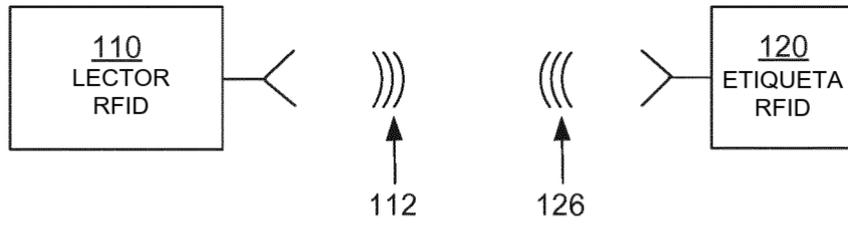
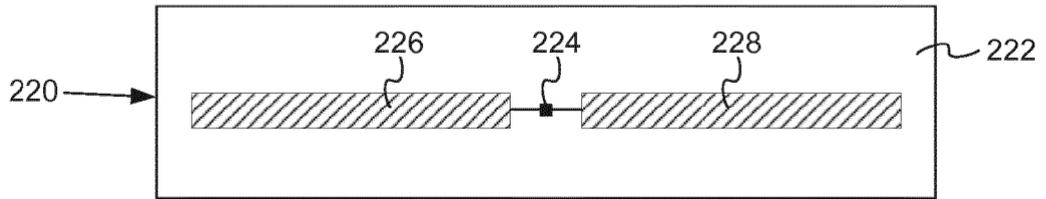
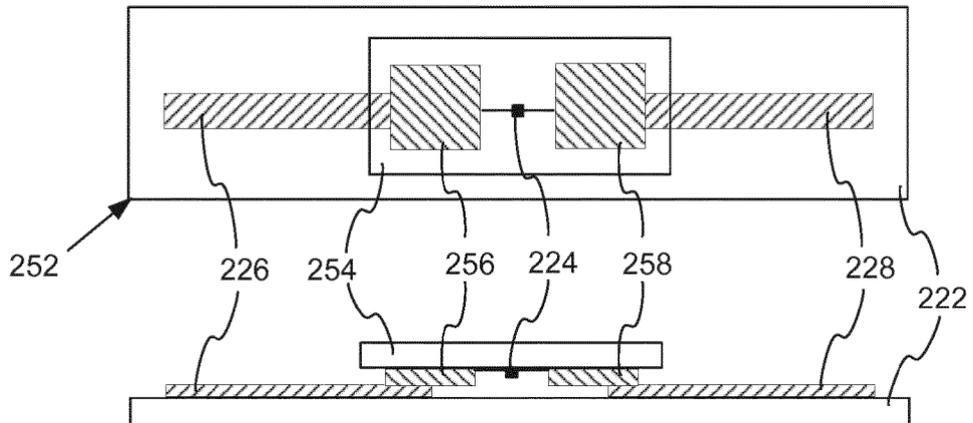


FIG. 1

200



250



260

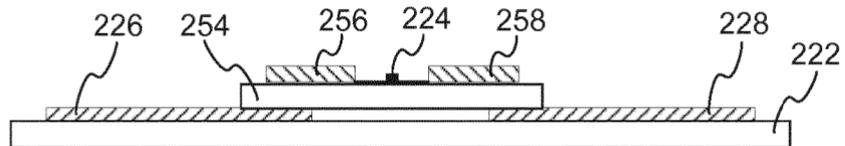
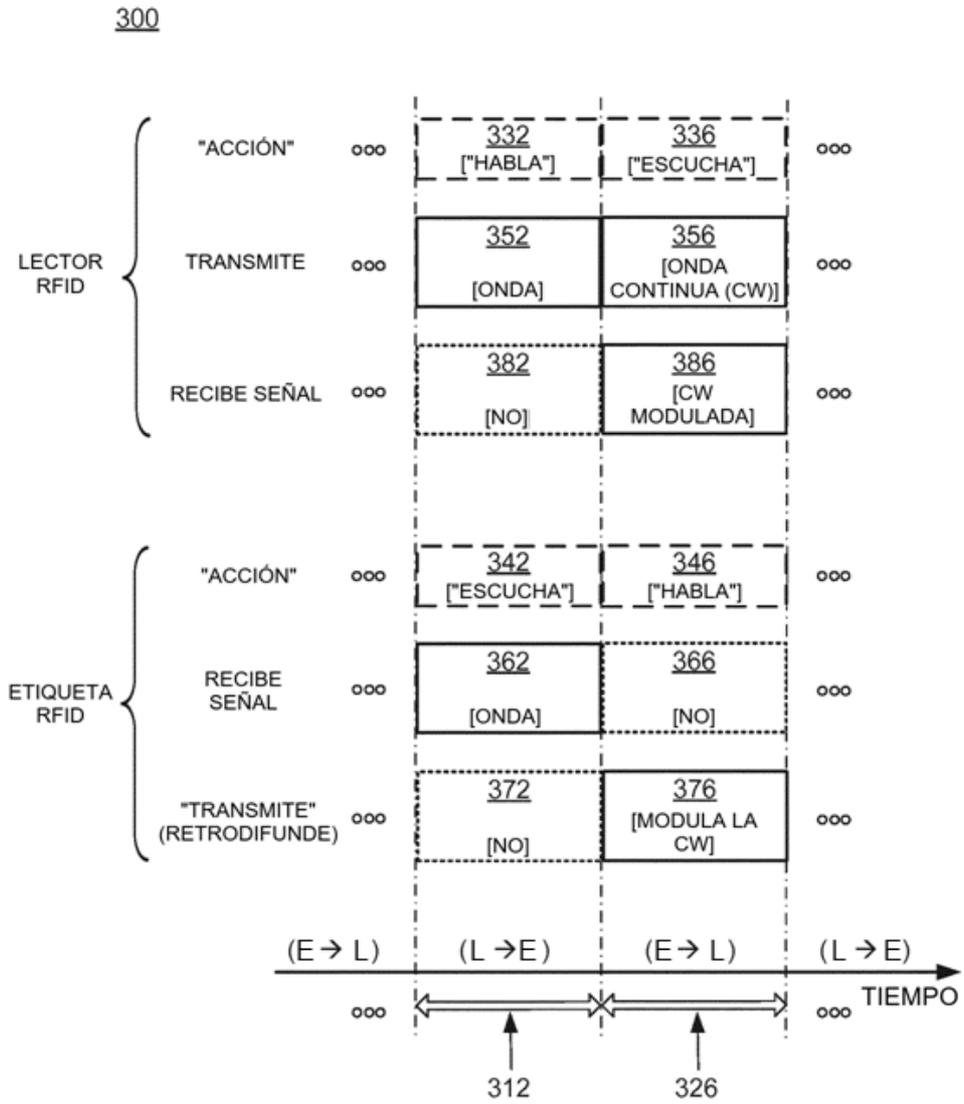
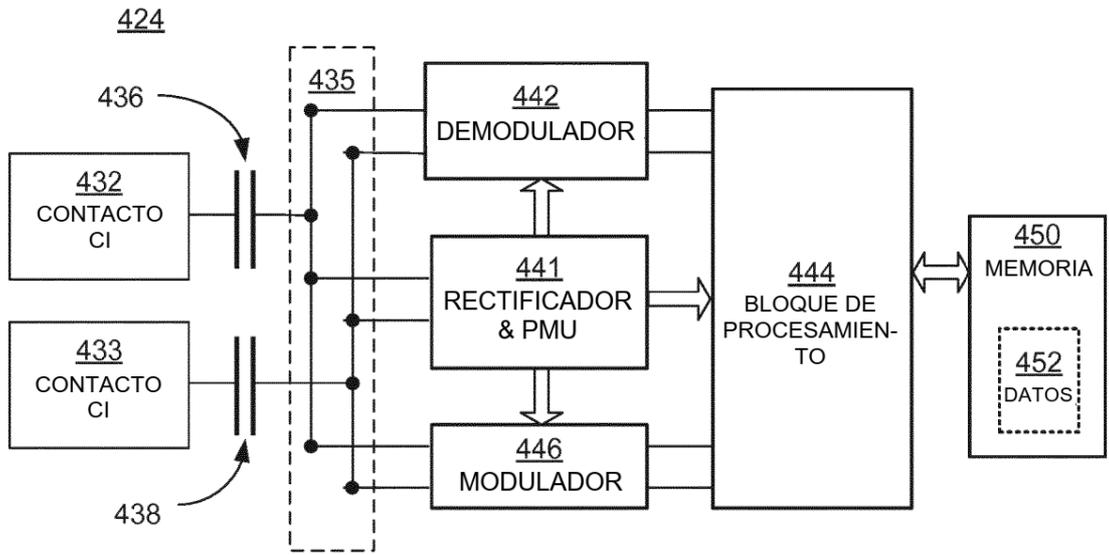


FIG. 2



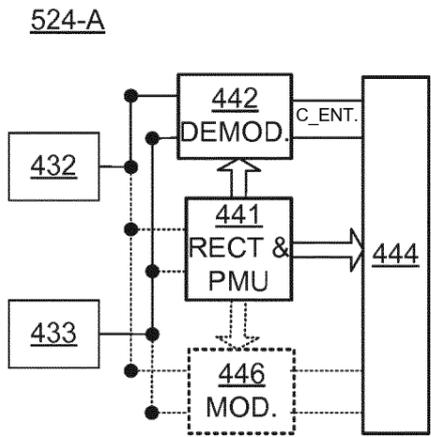
COMUNICACIÓN DE SISTEMA RFID

FIG. 3



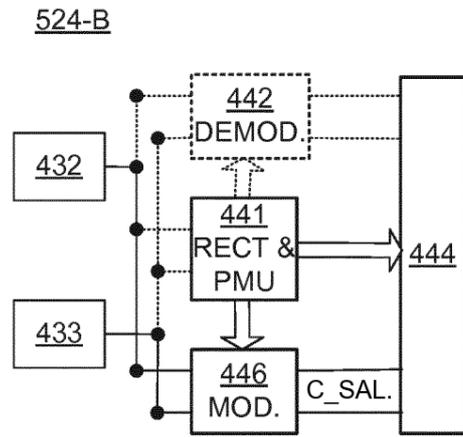
COMPONENTES DE CI DE ETIQUETA DE RFID

FIG. 4



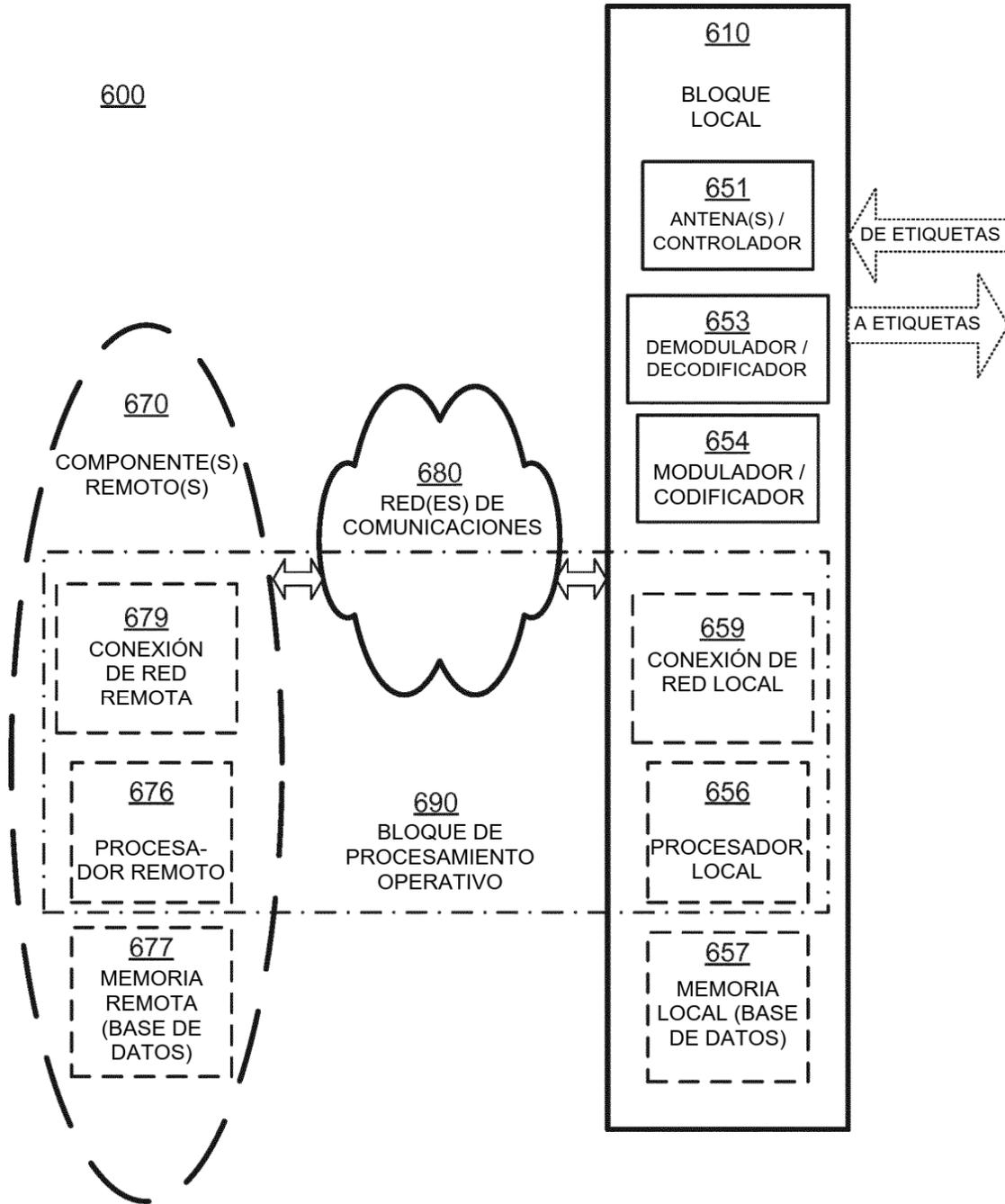
TRAYECTORIA SEÑAL DURANTE L --> E

FIG. 5A



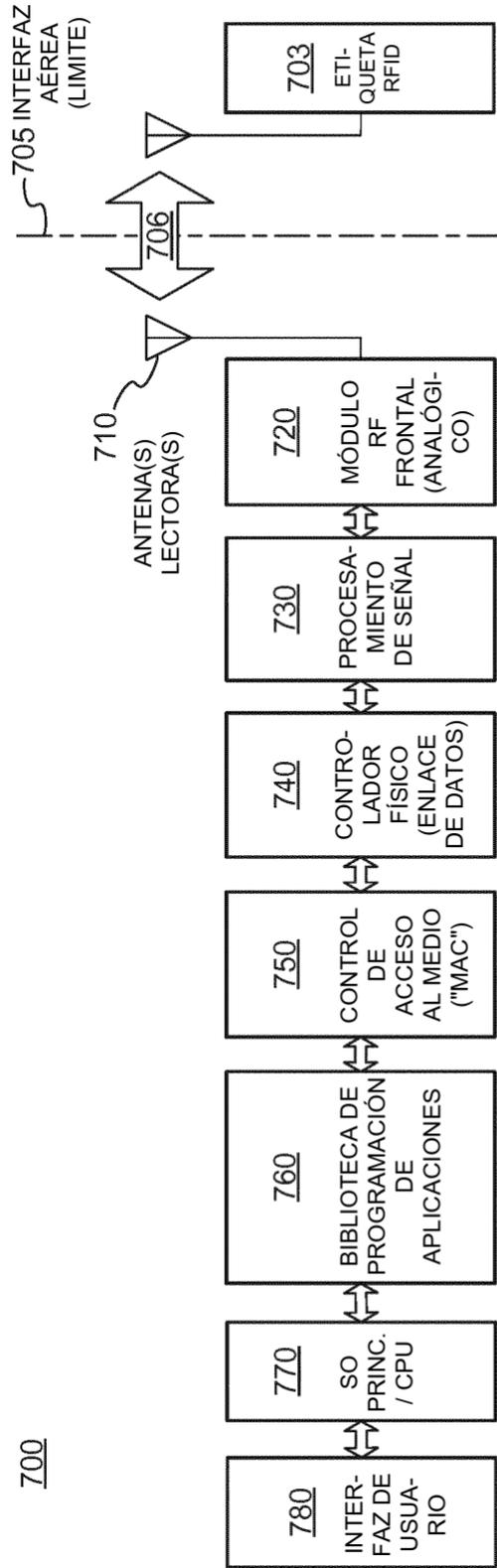
TRAYECTORIA SEÑAL DURANTE E --> L

FIG. 5B



CONFIGURACIÓN DE LECTOR RFID CON COMPONENTES LOCALES Y REMOTOS OPCIONALES

FIG. 6



ARQUITECTURA DE SISTEMA RFID

FIG. 7

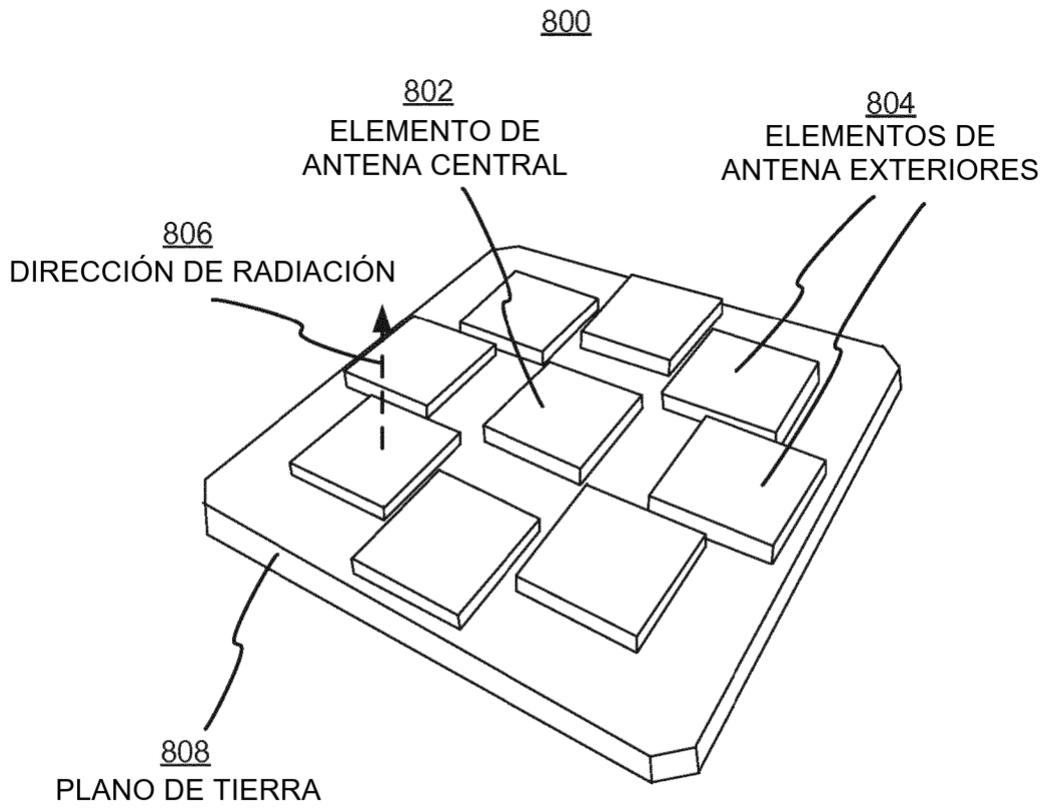


FIG. 8

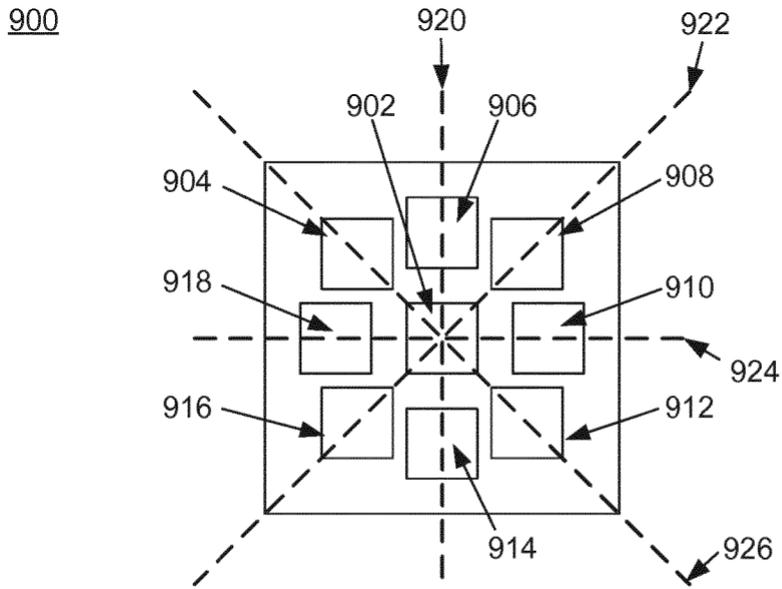


FIG. 9A

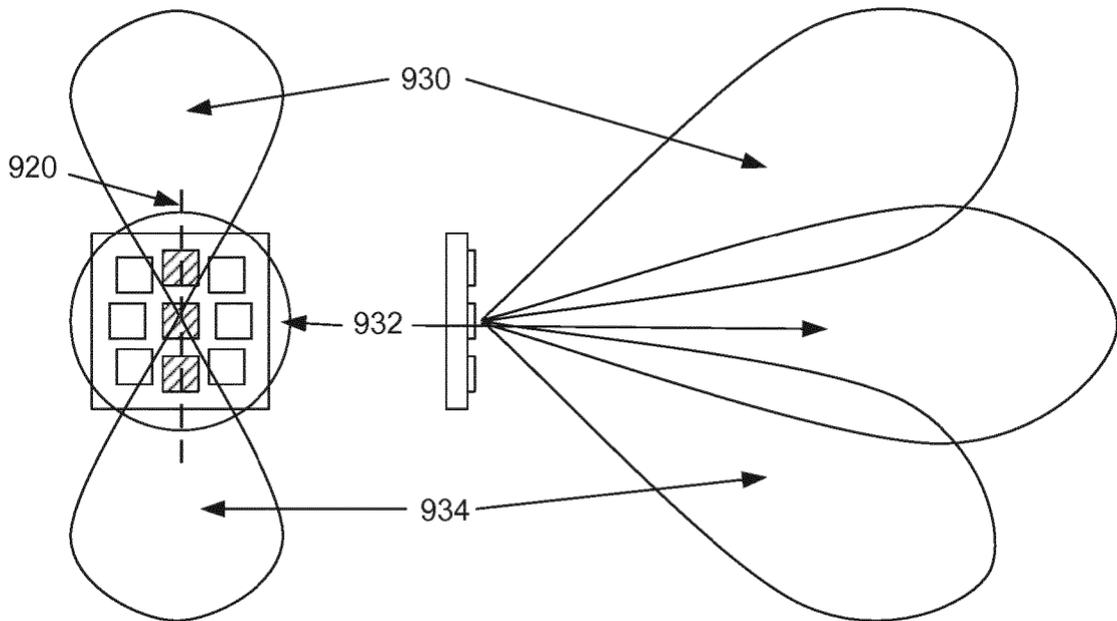


FIG. 9B

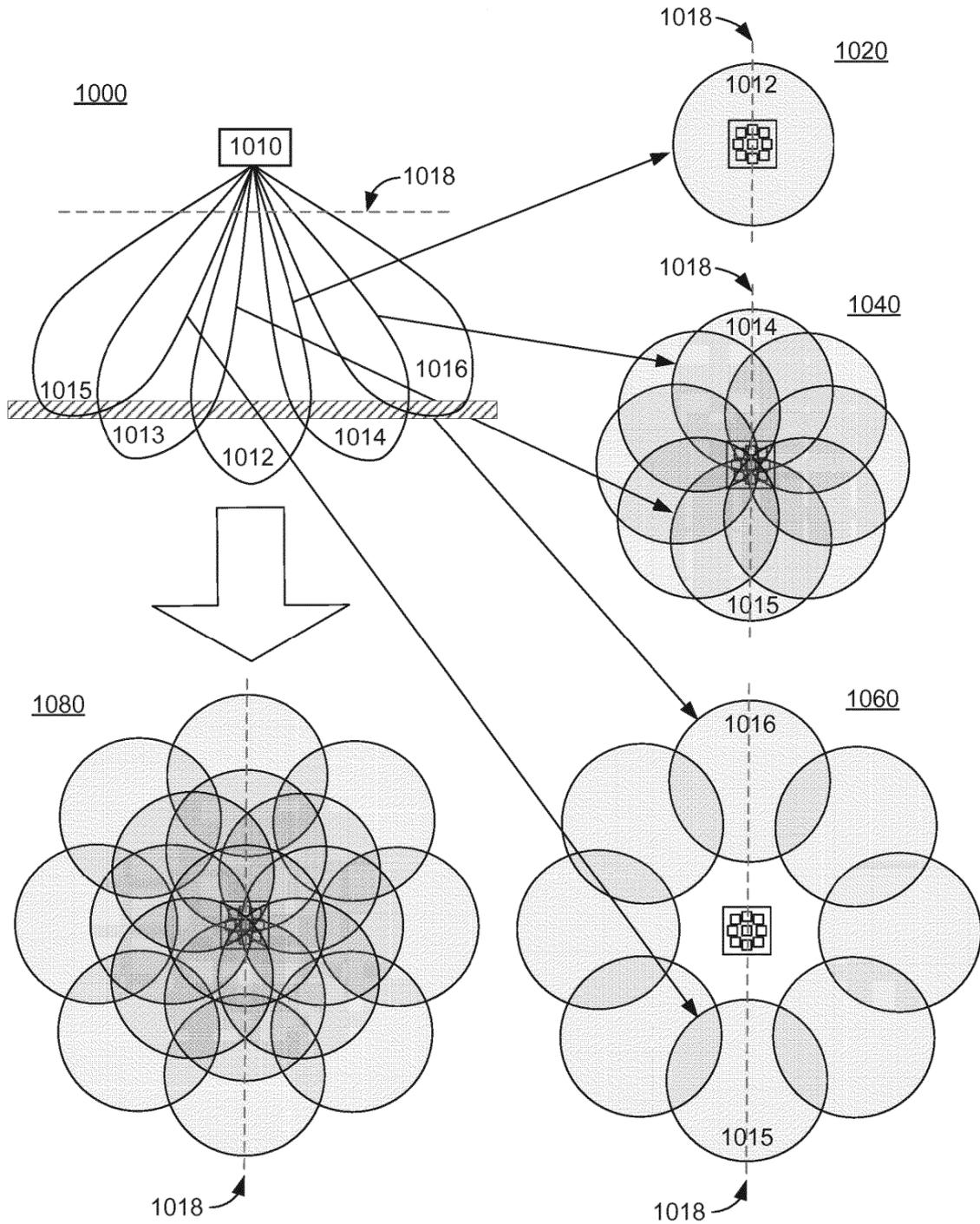


FIG. 10

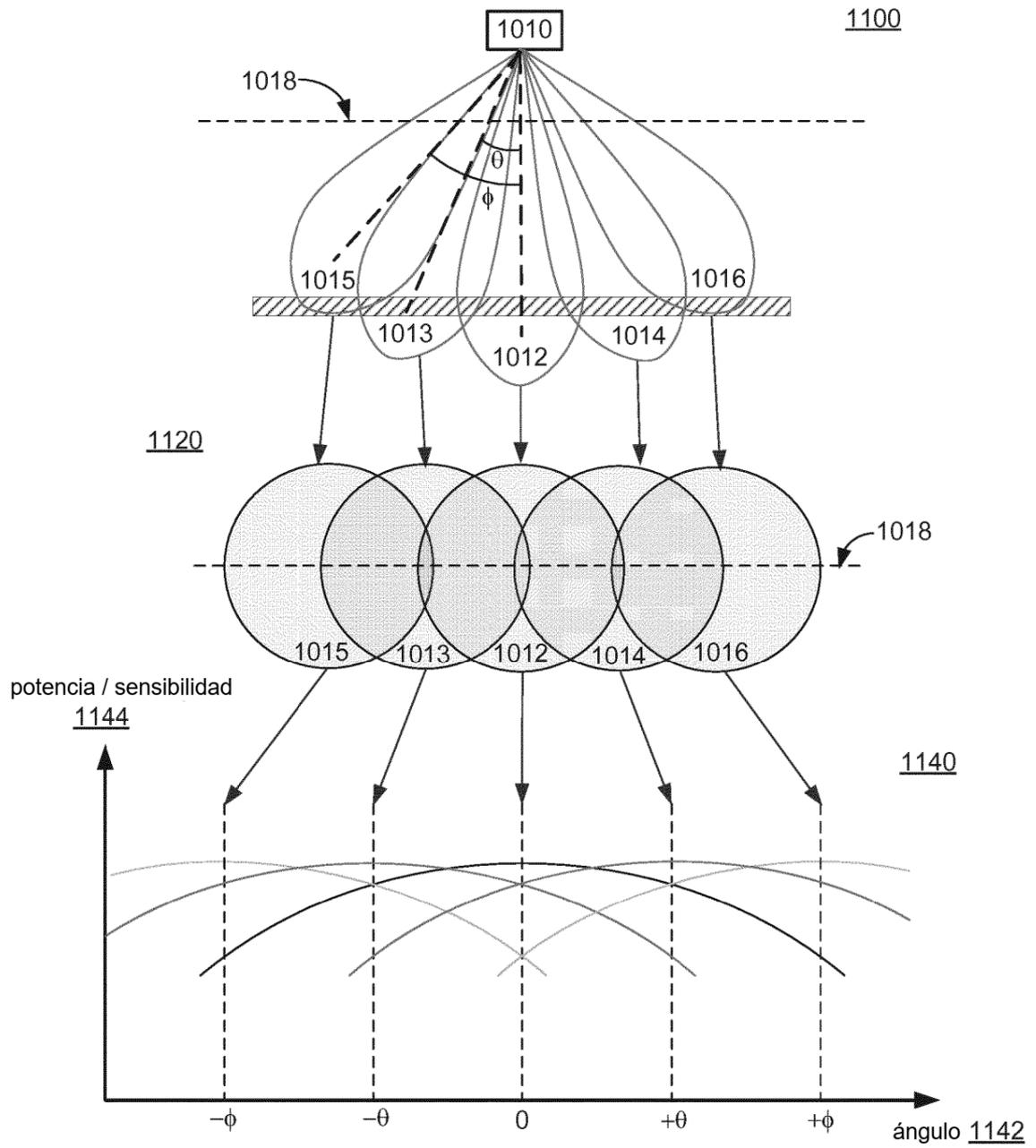


FIG. 11

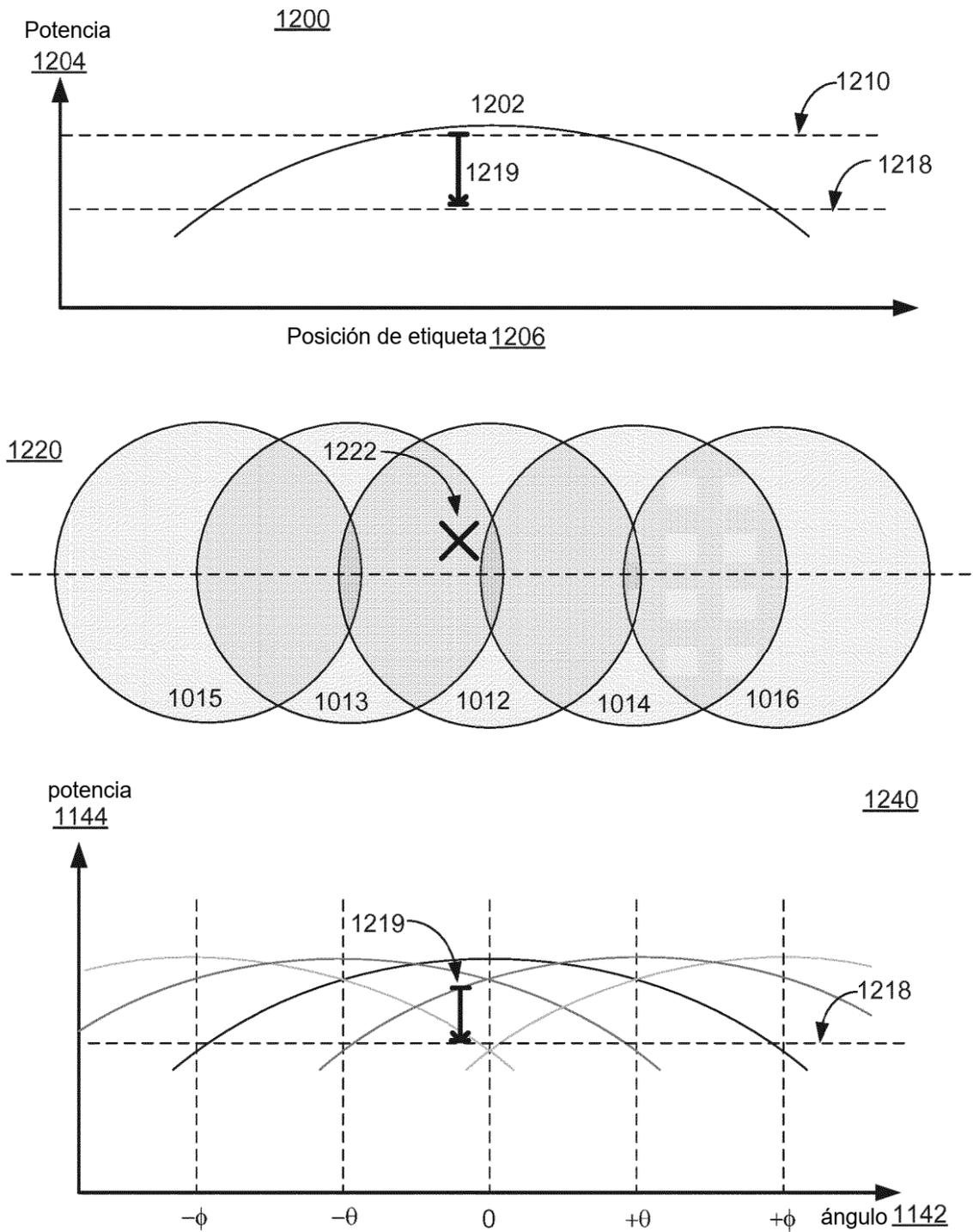


FIG. 12

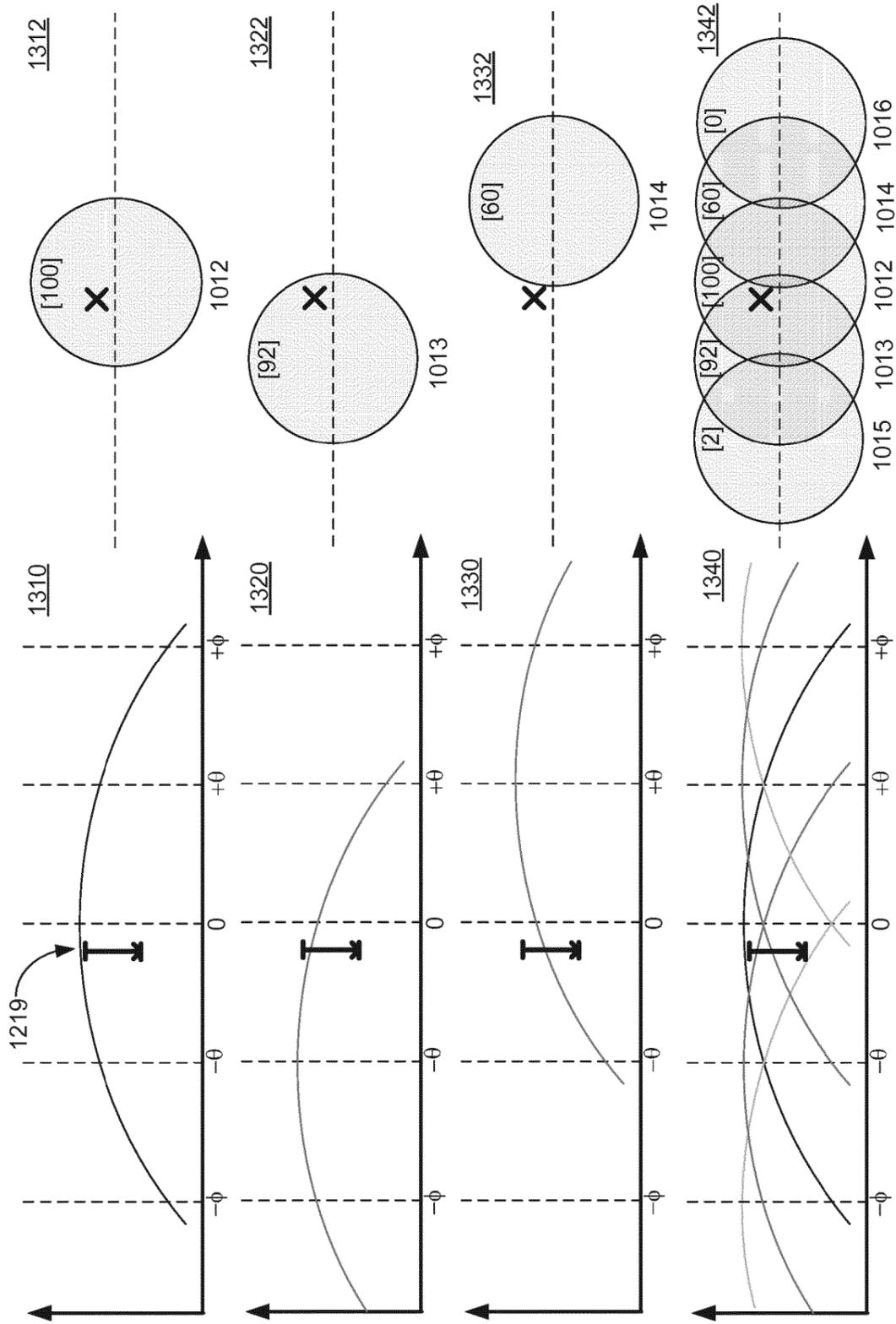


FIG. 13

1400

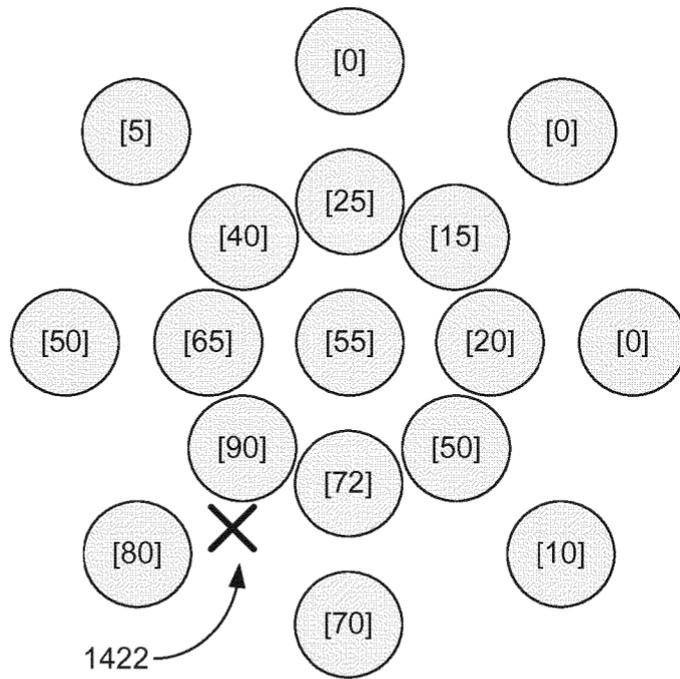


FIG. 14

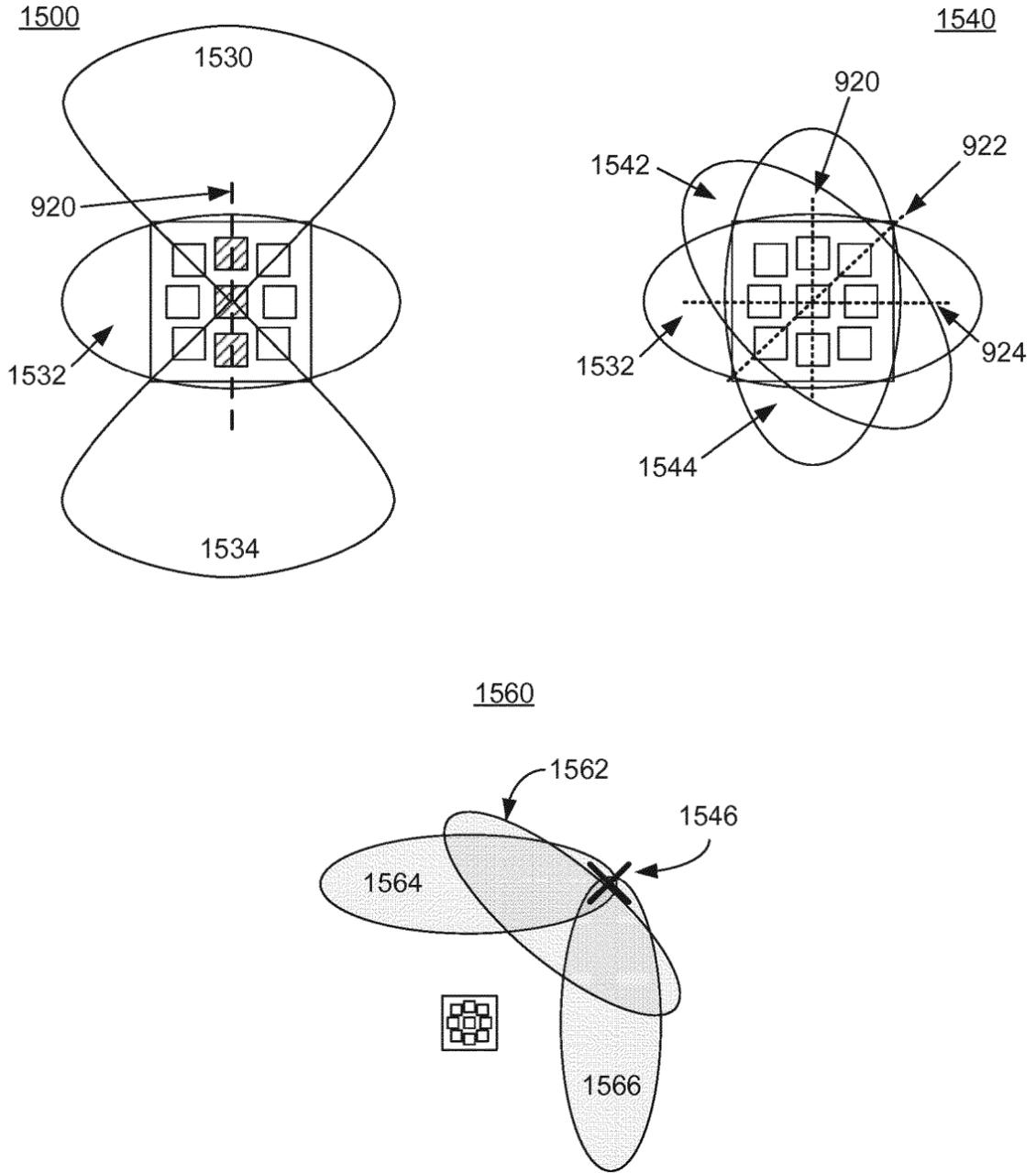


FIG. 15

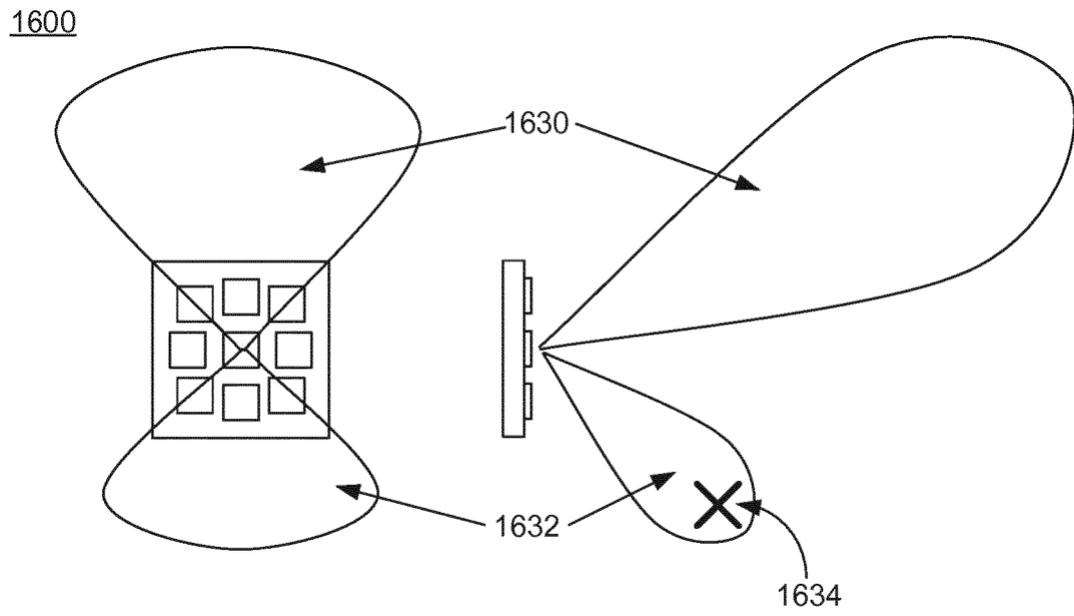


FIG. 16

1700

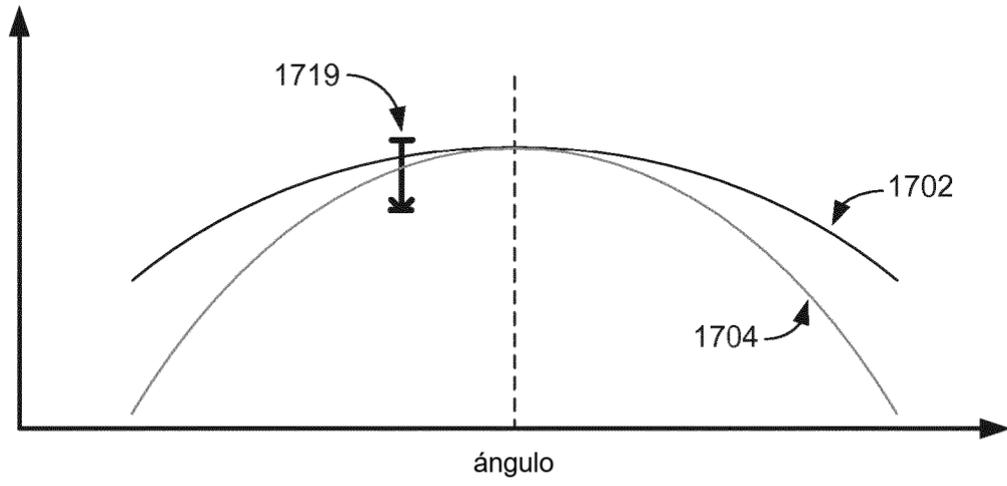


FIG. 17

1800

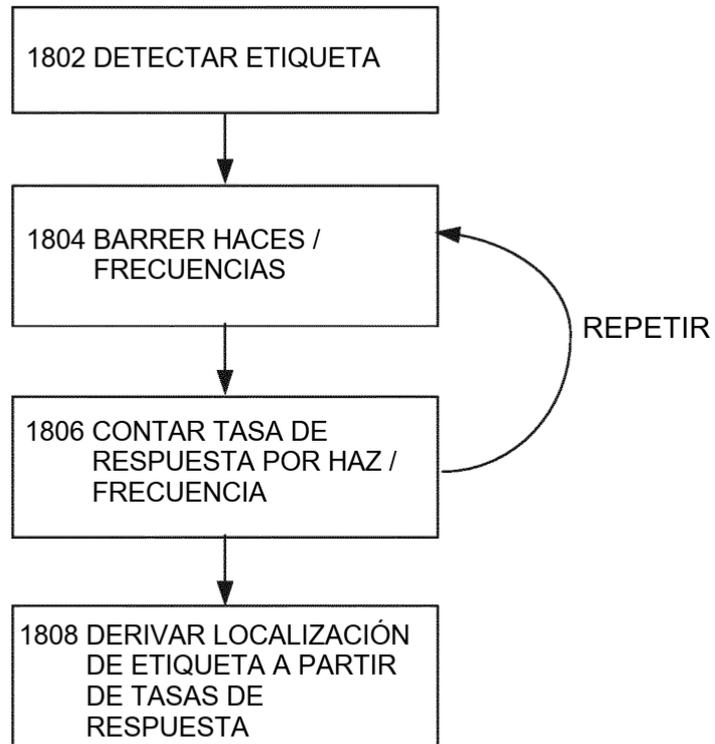


FIG. 18

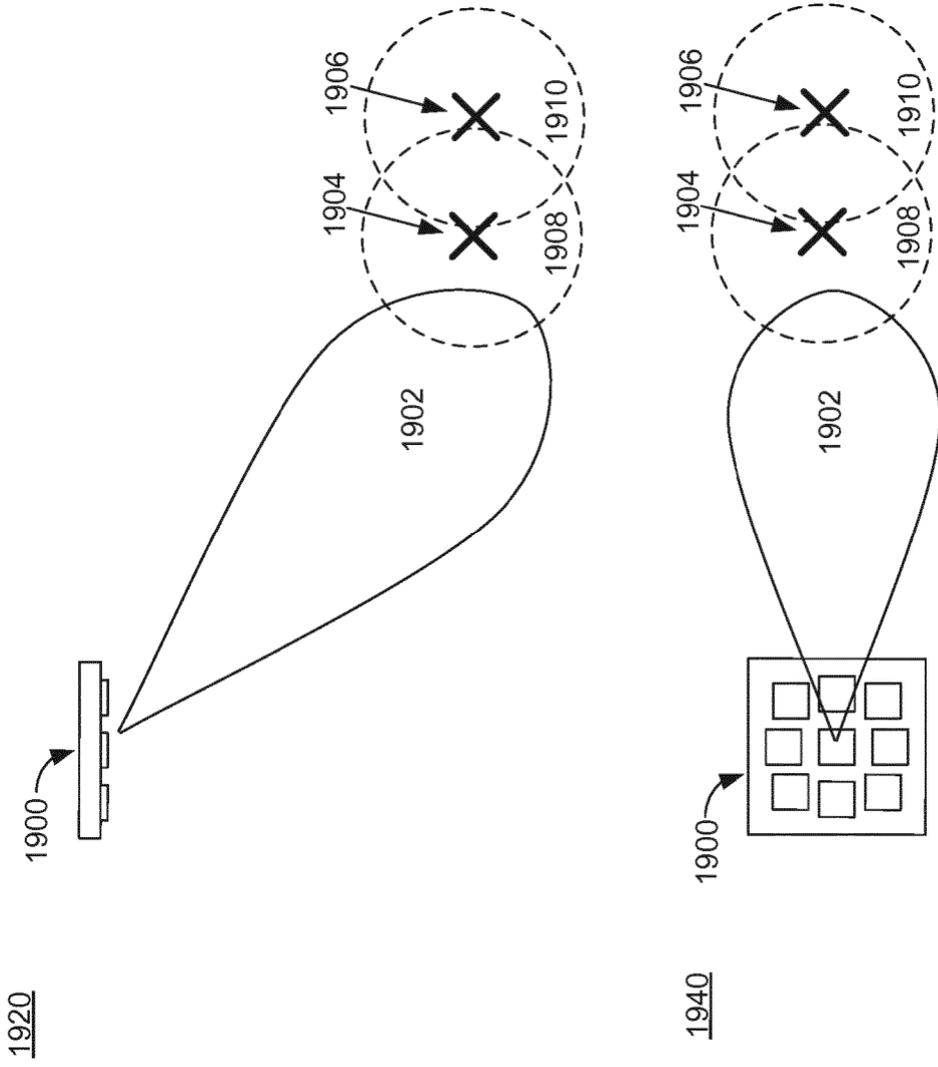


FIG. 19

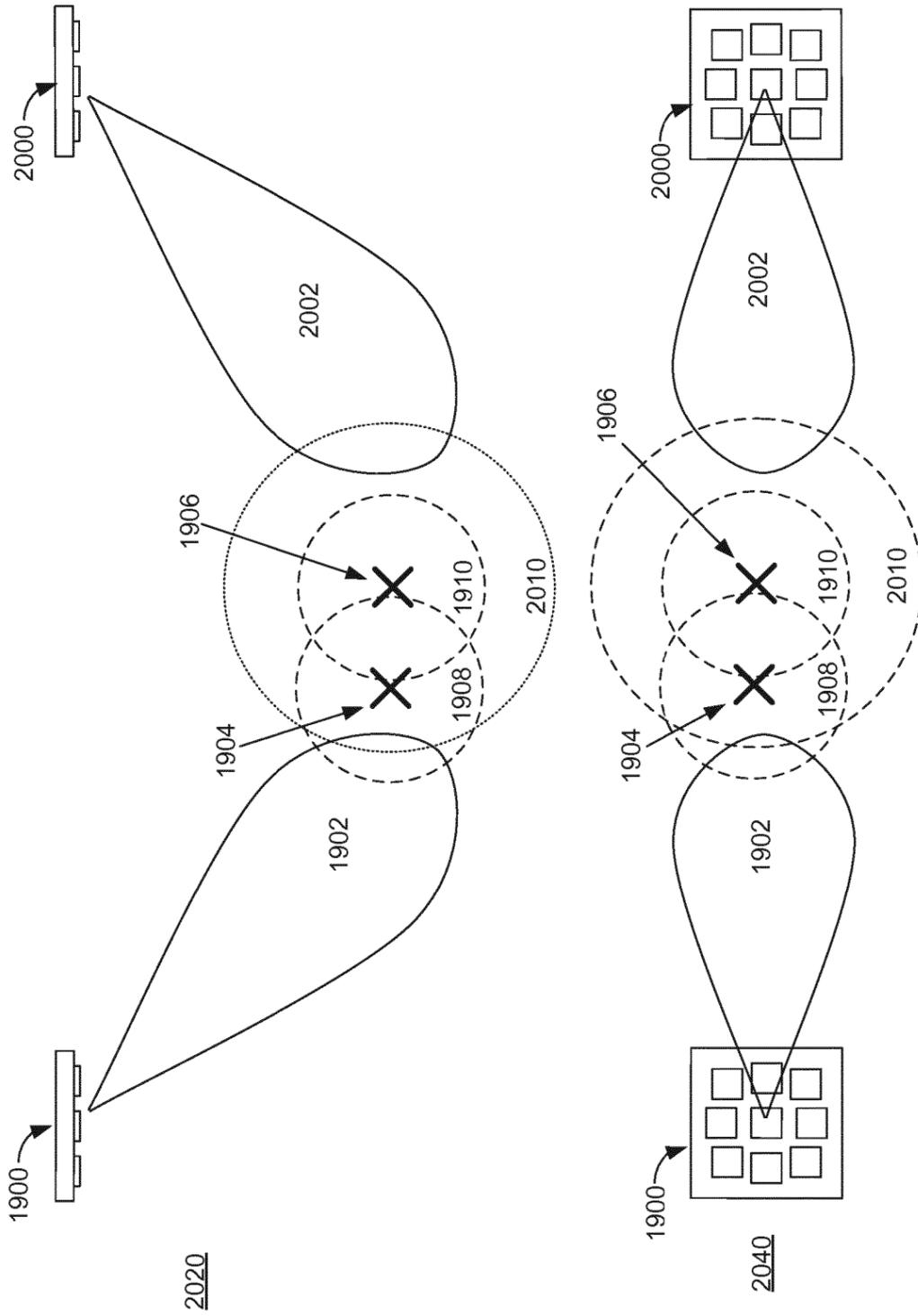
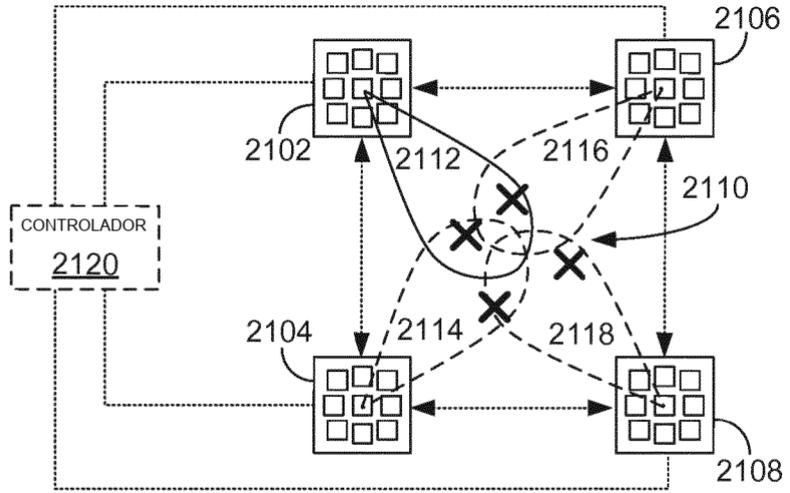


FIG. 20

2100



2150

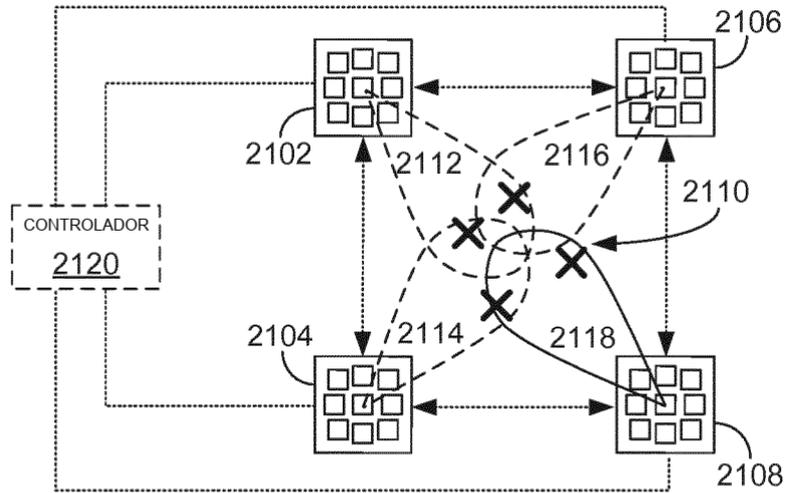


FIG. 21

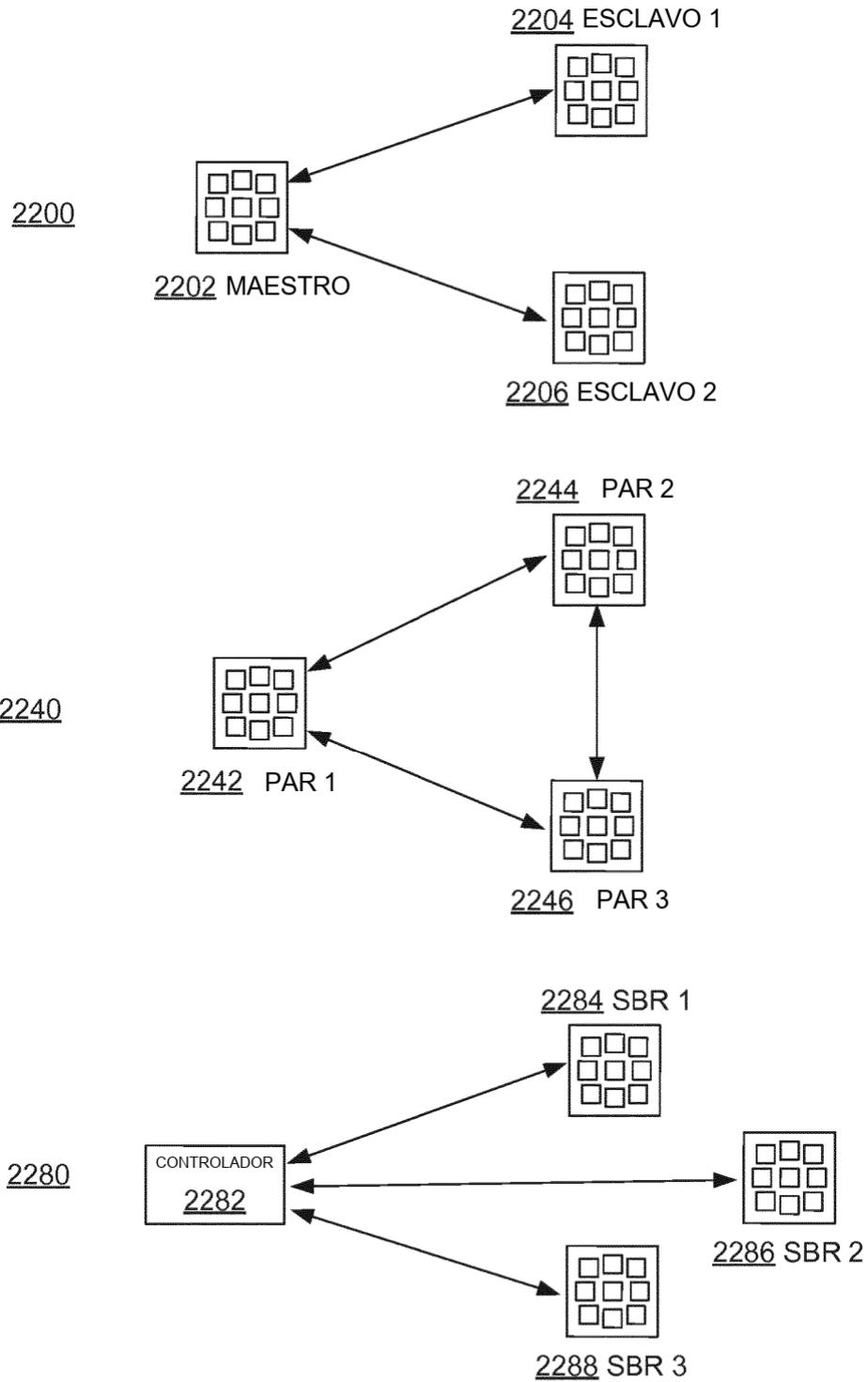


FIG. 22

2300

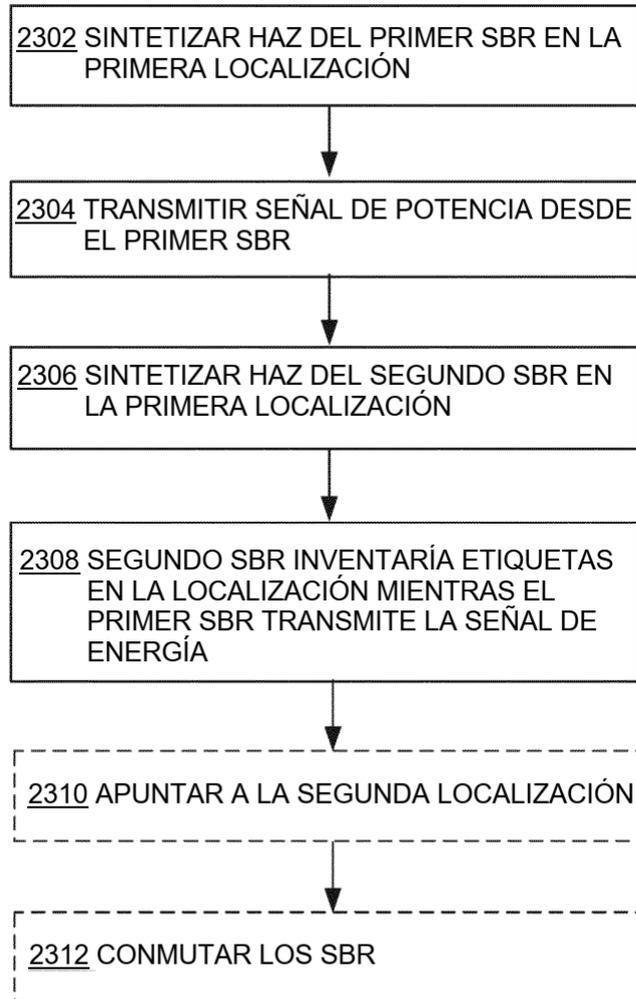


FIG. 23

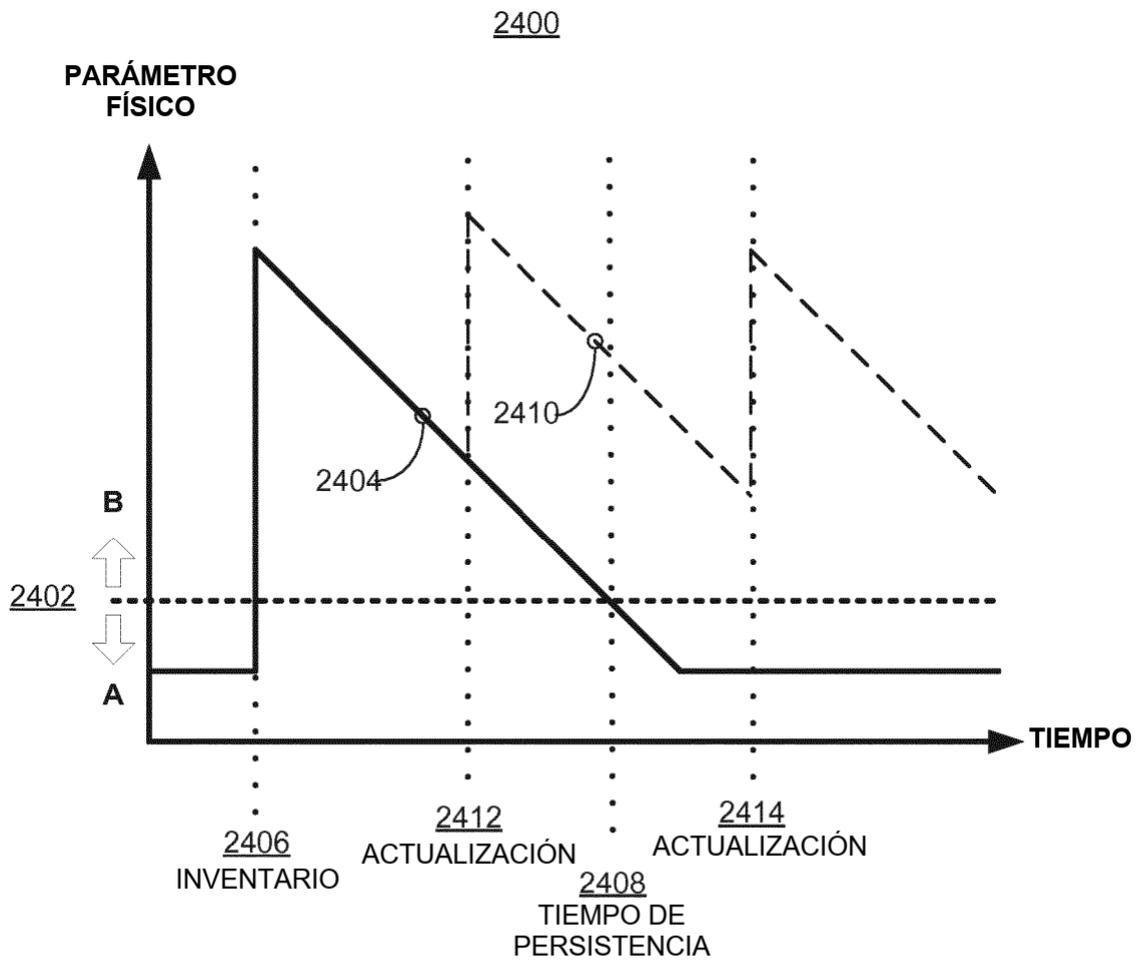


FIG. 24

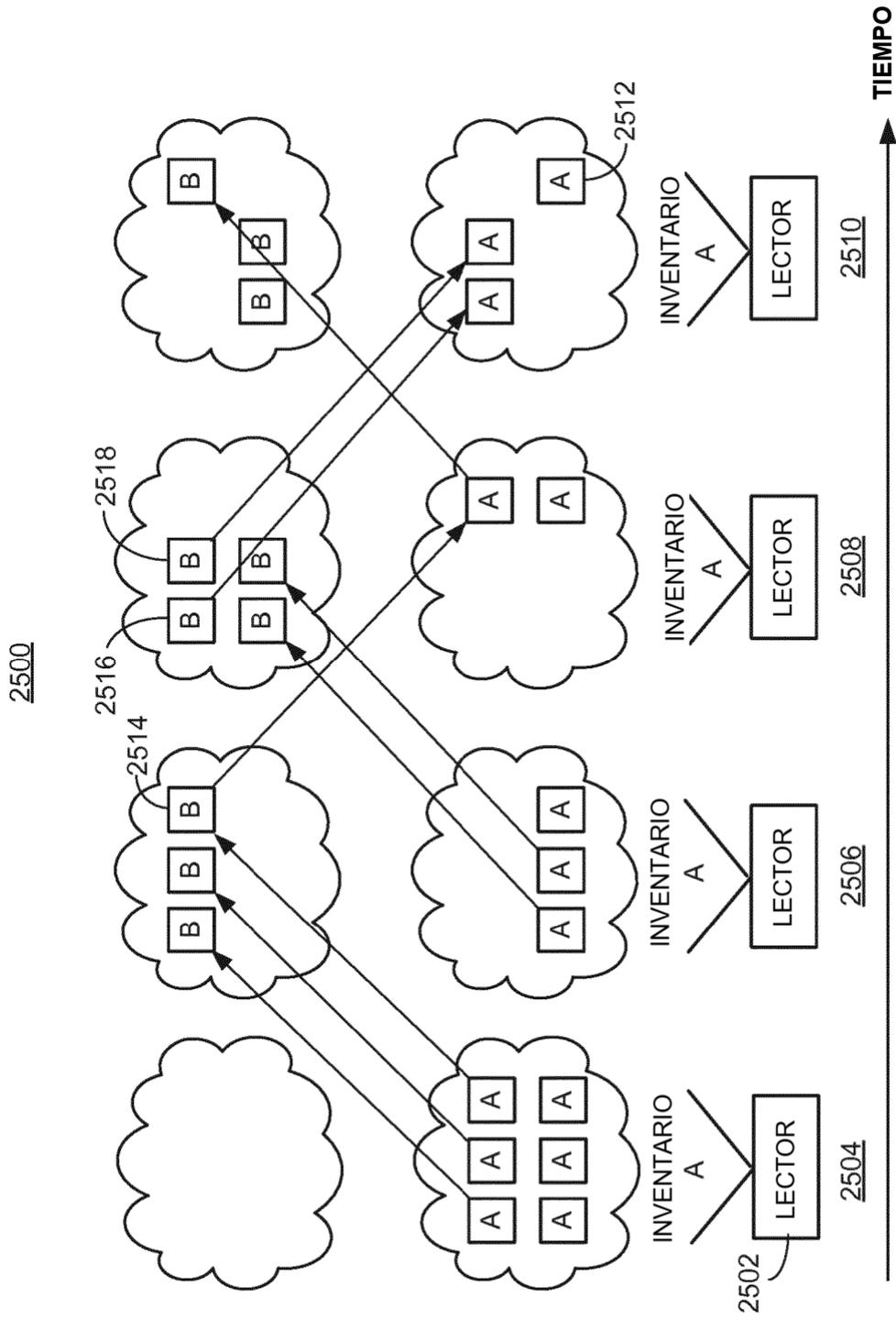


FIG. 25

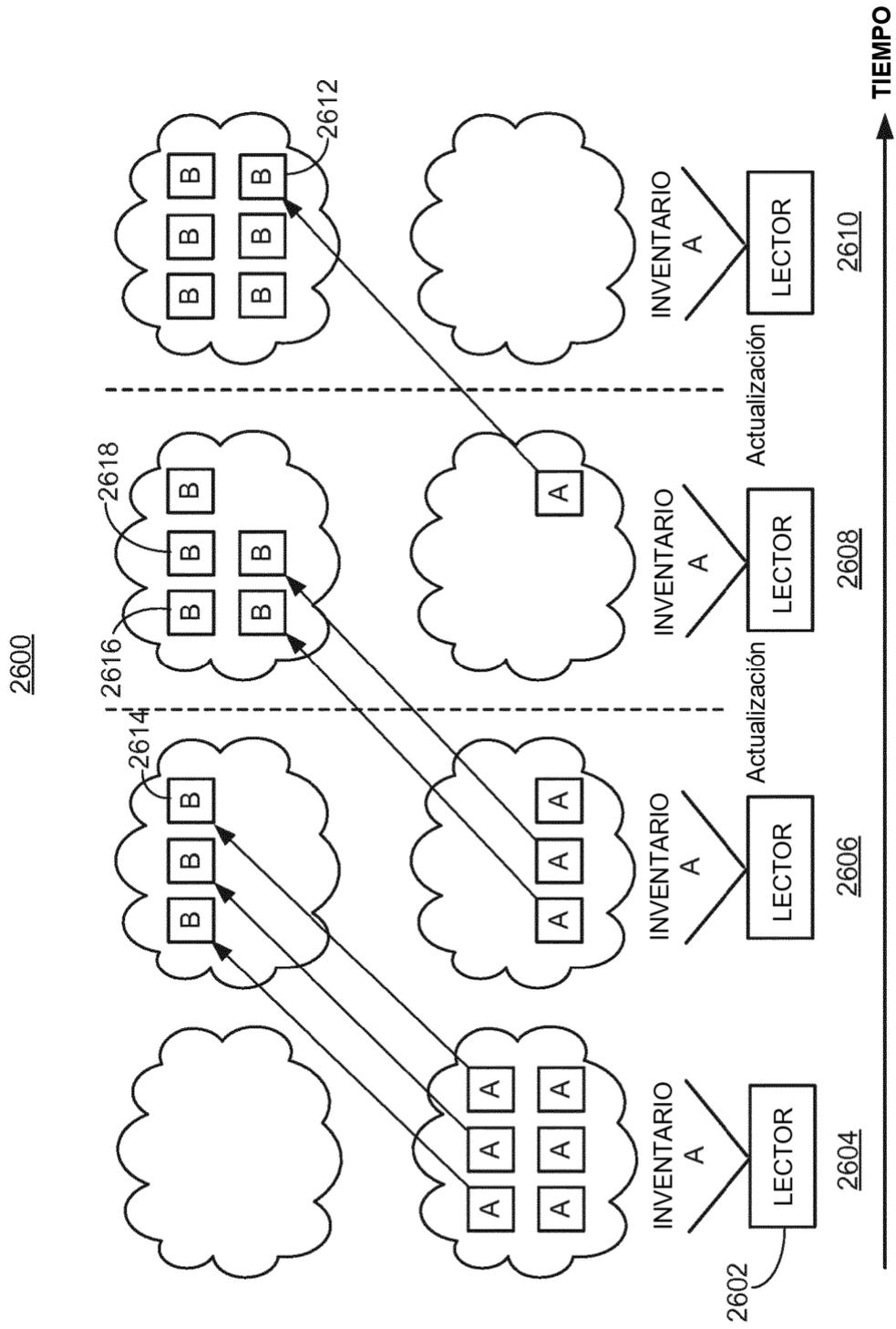


FIG. 26

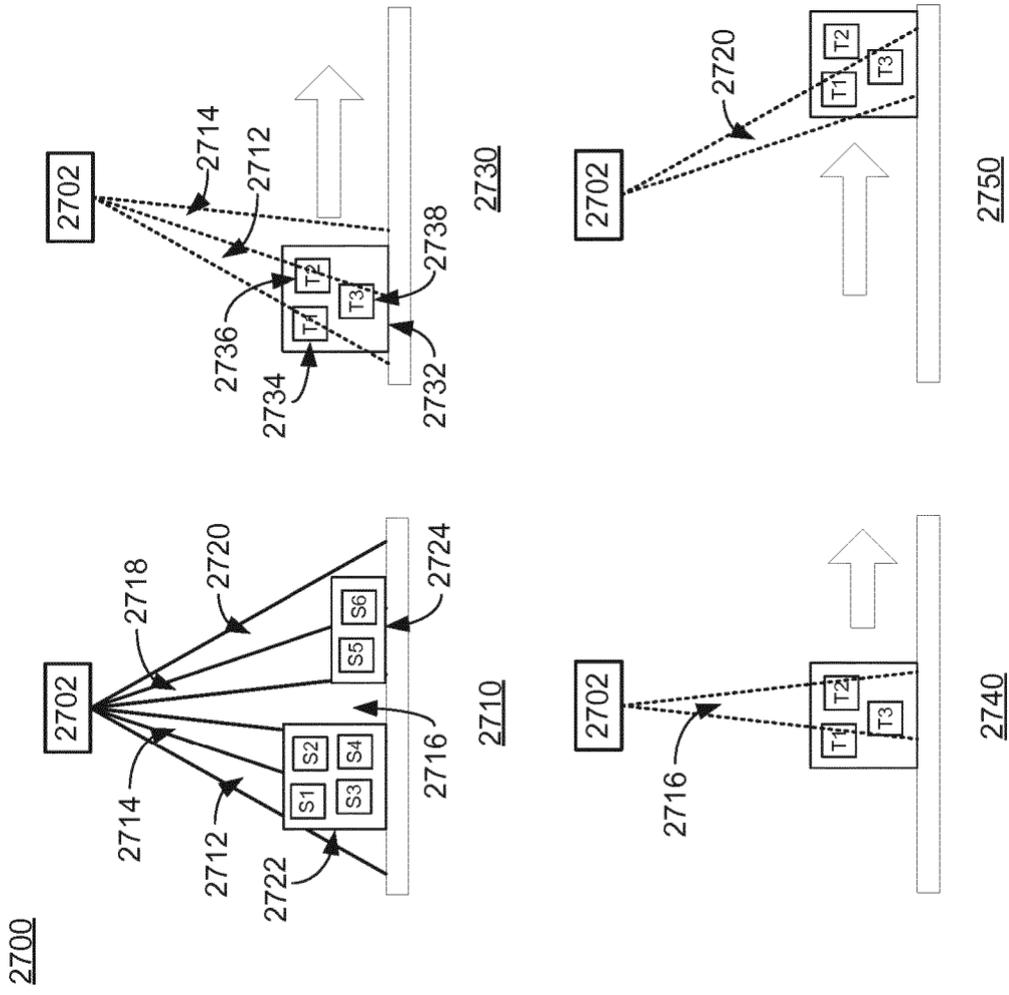


FIG. 27

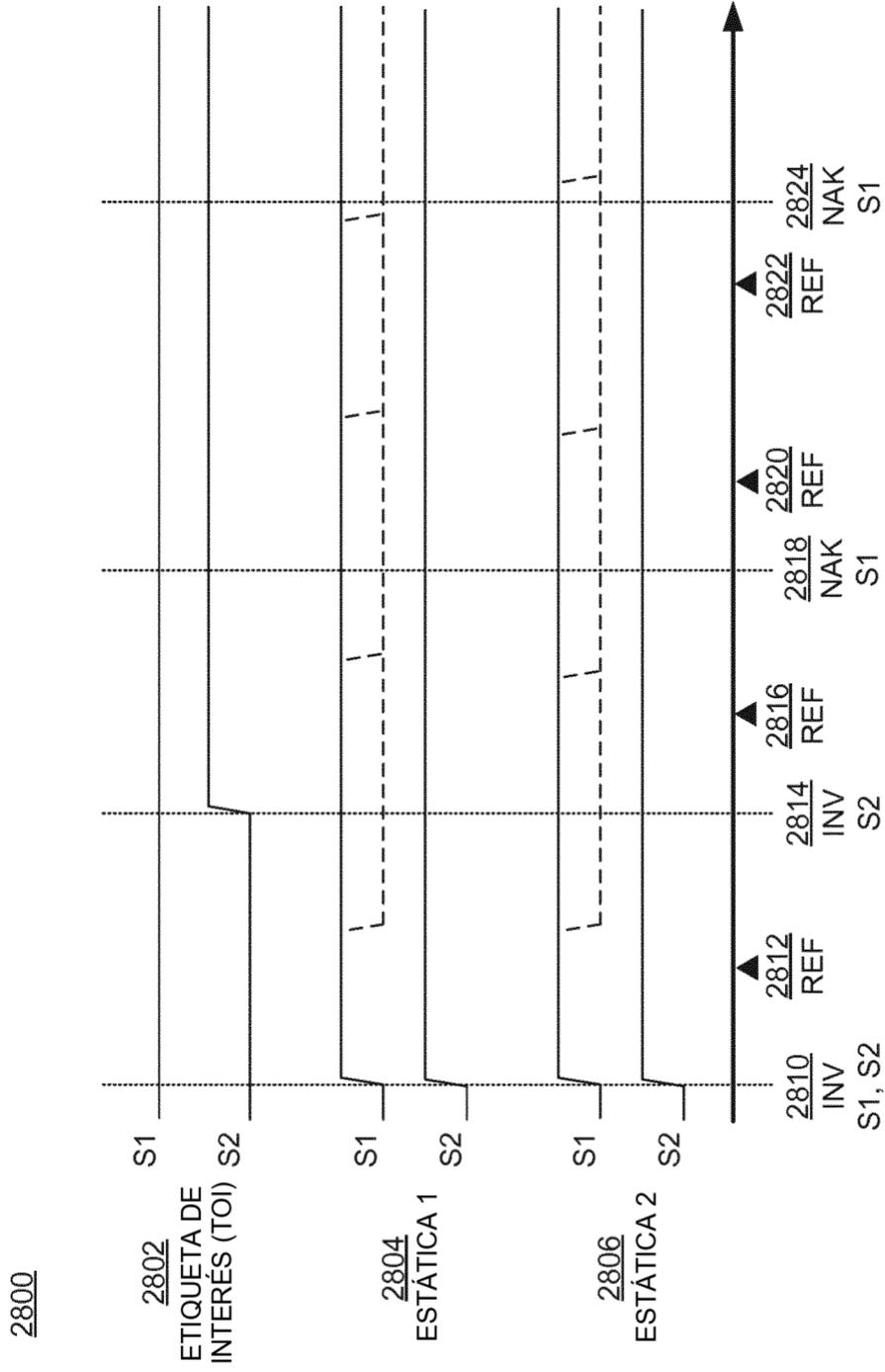


FIG. 28

2900

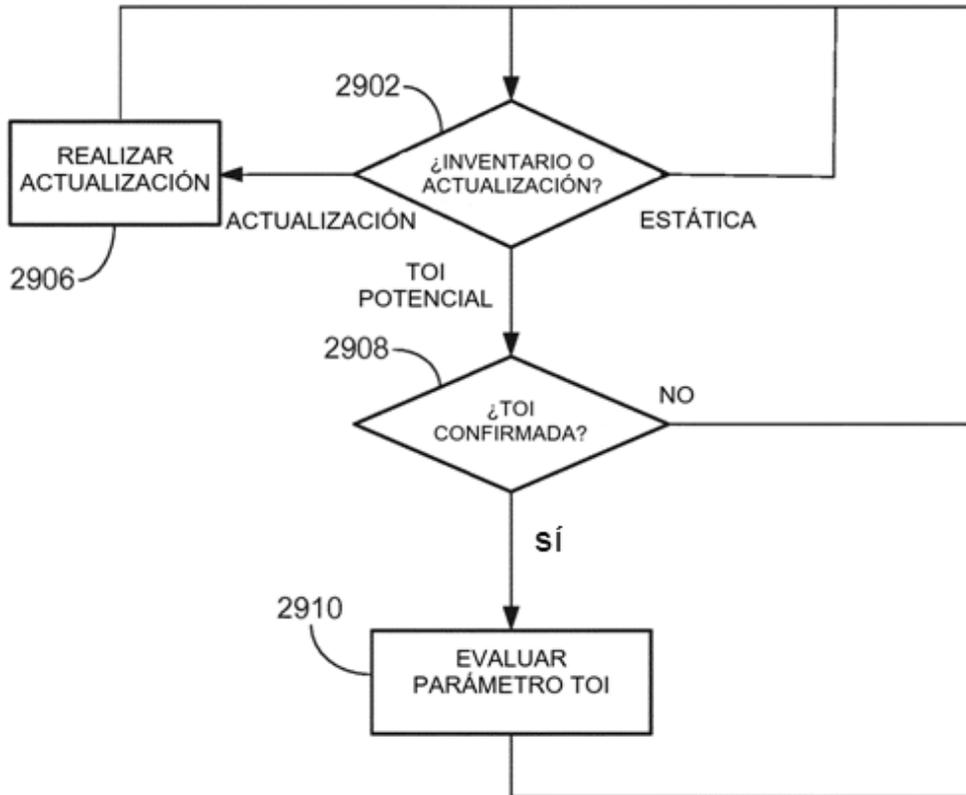


FIG. 29