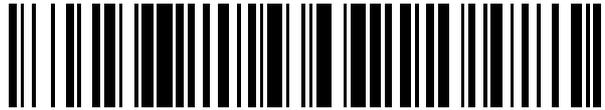


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 695 926**

51 Int. Cl.:

<b>H04B 7/0408</b>	(2007.01)
<b>H04B 7/06</b>	(2006.01)
<b>H04B 7/08</b>	(2006.01)
<b>H04W 16/28</b>	(2009.01)
<b>H04W 24/00</b>	(2009.01)
<b>H04W 48/16</b>	(2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.11.2009 PCT/US2009/064242**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **20.05.2010 WO10056888**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.11.2009 E 09752984 (6)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.09.2018 EP 2359492**

54 Título: **Procedimiento y aparato para la evaluación direccional de canales despejados en un sistema de comunicaciones inalámbricas**

30 Prioridad:

**12.11.2008 US 113602 P**  
**28.03.2009 US 164422 P**  
**12.06.2009 US 484014**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**11.01.2019**

73 Titular/es:

**QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)**  
**Attn: International IP Administration 5775**  
**Morehouse Drive**  
**San Diego, CA 92121, US**

72 Inventor/es:

**LAKKIS, ISMAIL y**  
**BRACHA, VERED BAR**

74 Agente/Representante:

**FORTEA LAGUNA, Juan José**

ES 2 695 926 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

Procedimiento y aparato para la evaluación direccional de canales despejados en un sistema de comunicaciones inalámbricas

5

## ANTECEDENTES

## I. Campo de la divulgación

10 **[0001]** Esta descripción se refiere, en general, a sistemas de comunicación inalámbrica y, más en particular, a un procedimiento y un aparato para el acceso de canales direccionales en un sistema de comunicaciones inalámbricas.

## II. Descripción de la técnica relacionada

15 **[0002]** En un aspecto de la técnica relacionada, los dispositivos con una capa física (PHY) que presta soporte a modalidades de modulación de portadora única o de multiplexado por división ortogonal de frecuencia (OFDM) pueden usarse para comunicaciones de ondas milimétricas, tales como en una red que cumple los detalles según lo especificado por el Instituto of Electrical and Electronic Engineers (IEEE) en su norma 802.15.3c. En este ejemplo, la capa PHY puede configurarse para comunicaciones de ondas milimétricas en el espectro entre 57 gigahercios (GHz) y 66 GHz y, específicamente, según la región, la capa PHY puede configurarse para la comunicación en el rango de 20 57 GHz a 64 GHz en Estados Unidos y de 59 GHz a 66 GHz en Japón.

25 **[0003]** Para permitir la interoperabilidad entre dispositivos o redes que prestan soporte a modalidades de OFDM o de portadora única, ambas modalidades prestan soporte también a una modalidad común. Específicamente, la modalidad común es una modalidad de velocidad base de portadora única, empleada por transceptores tanto de OFDM como de portadora única, para facilitar la coexistencia y la interoperabilidad entre diferentes dispositivos y diferentes redes. La modalidad común puede emplearse para proporcionar balizas, transmitir información de control y de comando, y usarse como una velocidad base para paquetes de datos.

30 **[0004]** Un transceptor de portadora única en una red de la norma 802.15.3c habitualmente emplea al menos un generador de código para proporcionar un ensanchamiento de la forma introducida por primera vez por Marcel J. E. Golay (a lo que se hace referencia como códigos Golay), para algunos de, o todos, los campos de una trama de datos transmitida, y para realizar el filtrado adaptado de una señal recibida codificada según Golay. Los códigos de Golay complementarios son conjuntos de secuencias finitas de igual longitud, tales que un determinado número de pares de 35 elementos idénticos con cualquier separación dada en una secuencia es igual al número de pares de elementos diferentes que tienen la misma separación en las otras secuencias. El artículo de S. Z. Budisin, "Efficient Pulse Compressor for Golay Complementary Sequences" ["Compresor eficaz de pulsos para secuencias complementarias de Golay"], Electronic Letters, 27, nº 3, págs. 219 a 220, 31 de enero de 1991, muestra un transmisor para generar códigos complementarios de Golay, así como un filtro adaptado de Golay.

40 **[0005]** Para dispositivos de baja potencia, es ventajoso para la modalidad común emplear una señal modulada en fase continua (CPM) que tenga una envolvente constante, de tal manera que los amplificadores de potencia puedan funcionar con la máxima potencia de salida sin afectar el espectro de la señal filtrada. La modulación por desplazamiento mínimo gaussiano (GMSK) es una forma de modulación en fase continua que tiene una ocupación 45 espectral compacta, eligiendo un parámetro adecuado de producto de ancho de banda por tiempo (BT) en un filtro gaussiano. La envolvente constante hace que GMSK sea compatible con el funcionamiento del amplificador de potencia no lineal sin el recrecimiento espectral simultáneo asociado a las señales de envolvente no constante.

50 **[0006]** Se pueden implementar diversas técnicas para producir formas de pulsos de GMSK. Por ejemplo, se puede implementar una modulación por desplazamiento de fase binaria (BPSK) de  $\pi/2$  (o BPSK diferencial- $\pi/2$ ) con un pulso de GMSK linealizado, tal como se muestra en I. Lakkis, J. Su y S. Kato, "A Simple Coherent GMSK Demodulator" ["Un demodulador de GMSK coherente sencillo"], Comunicaciones de radio personales, en interiores y móviles (PIMRC) del IEEE, 2001, para la modalidad común.

55 **[0007]** Se reclama atención al documento US 2005/202859 (A1), que describe un procedimiento y un aparato para utilizar una antena direccional de haz conmutado en una unidad de transmisión / recepción inalámbrica (WTRU). Un sistema de comunicación inalámbrica incluye una célula de servicio, una célula contigua y una WTRU. La WTRU está configurada para generar y dirigir un haz direccional en una pluralidad de direcciones. Una vez que la WTRU se registra en el sistema de comunicación inalámbrica, la WTRU recibe los mensajes transmitidos por la célula servidora. La WTRU mide la calidad de señal de los mensajes recibidos en cada una entre una pluralidad de direcciones 60 predeterminadas mientras dirige la antena de haz direccional. La WTRU selecciona una dirección particular entre las direcciones que tienen la mejor calidad de señal. A medida que la WTRU se mueve constantemente, la WTRU monitoriza la calidad de señal en la dirección seleccionada, y conmuta a otra dirección cuando la calidad de señal en una dirección actual cae por debajo de un umbral predeterminado.

65 **[0008]** Se reclama atención adicional al documento US 2002/137538 (A1), que describe sistemas y técnicas para la

demodulación paralela y la búsqueda usando una formación adaptativa de antenas con un procesador configurado para controlar la antena adaptativa para buscar una primera señal con el primer haz y para recibir una segunda señal para su demodulación con un segundo haz.

5 **[0009]** También se reclama atención al documento US 2008/117865, que describe aparatos y procedimientos para comunicarse en una red inalámbrica. Los procedimientos incluyen determinar inicialmente, mediante un dispositivo de la red inalámbrica, si un canal de comunicación está disponible para la transmisión de señales utilizando primero una o más antenas que tengan un primer ancho de haz efectivo para detectar la energía del canal. Si se determina que el canal está disponible para la transmisión de señales, entonces el dispositivo puede transmitir señales a través del canal usando una segunda antena, o más, que tengan un segundo ancho de haz efectivo, en donde el primer ancho de haz efectivo es mayor que el segundo ancho de haz efectivo.

15 **[0010]** Finalmente, se reclama atención al documento US 2006/161223, que divulga un sistema de telemetría para comunicaciones de radiofrecuencia entre un dispositivo médico implantable y un dispositivo externo que proporciona inmunidad mejorada ante el ruido. Se utilizan múltiples canales de comunicaciones para permitir el establecimiento y el restablecimiento de las comunicaciones entre un par particular de dispositivos en un entorno de múltiples dispositivos.

20 **SUMARIO**

**[0011]** De acuerdo a la presente invención, se proporcionan un procedimiento de comunicación inalámbrica, como se estipula en la reivindicación 1, y un aparato para comunicaciones inalámbricas, como se estipula en la reivindicación 5. Los modos de realización de la invención se divulgan en las reivindicaciones dependientes. Si bien se han divulgado varias realizaciones y / o ejemplos en esta descripción, el asunto en cuestión para el que se busca protección se limita estricta y únicamente a aquellas realizaciones y / o ejemplos abarcados por el alcance de las reivindicaciones adjuntas. Las realizaciones y / o ejemplos mencionados en la descripción que no caen dentro del alcance de las reivindicaciones son útiles para comprender la invención.

30 **[0012]** Los aspectos divulgados en este documento pueden ser ventajosos para sistemas que emplean redes de área personal inalámbricas (WPAN) de onda milimétrica, tales como las definidas por el protocolo IEEE802.15.3c. Sin embargo, la divulgación no pretende limitarse a tales sistemas, ya que otras aplicaciones pueden beneficiarse de ventajas similares.

35 **[0013]** De acuerdo a otro aspecto de la divulgación, se proporciona un procedimiento de comunicación inalámbrica. El procedimiento incluye determinar si un canal lógico está disponible para la transmisión, barriendo sobre una pluralidad de direcciones de recepción; y transmitir datos si el canal lógico está disponible.

40 **[0014]** De acuerdo a otro aspecto de la divulgación, se proporciona un aparato de comunicación. El aparato de comunicación incluye medios para determinar si un canal lógico está disponible para la transmisión barriendo sobre una pluralidad de direcciones de recepción; y medios para transmitir datos si el canal lógico está disponible.

45 **[0015]** De acuerdo a otro aspecto de la divulgación, se proporciona un producto de programa informático para comunicaciones inalámbricas. El producto de programa informático incluye un medio legible por máquina codificado con instrucciones ejecutables para determinar si un canal lógico está disponible para la transmisión, barriendo sobre una pluralidad de direcciones de recepción; y transmitir datos si el canal lógico está disponible.

50 **[0016]** De acuerdo a otro aspecto de la divulgación, se proporciona un aparato para comunicaciones. El aparato de comunicaciones incluye un sistema de procesamiento configurado para determinar si un canal lógico está disponible para la transmisión, barriendo sobre una pluralidad de direcciones de recepción; y transmitir datos si el canal lógico está disponible.

55 **[0017]** De acuerdo a otro aspecto de la divulgación, se proporciona un nodo inalámbrico. El nodo inalámbrico incluye un sistema de procesamiento configurado para determinar si un canal lógico está disponible para la transmisión, barriendo sobre una pluralidad de direcciones de recepción; y transmitir datos, a través de la antena, al determinar que el canal lógico está disponible.

**BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

60 **[0018]**

La figura 1 es un diagrama de una red inalámbrica configurada de acuerdo a un aspecto de la divulgación;

la figura 2 es un diagrama de una estructura de supertrama configurada de acuerdo a un aspecto de la divulgación, que se utiliza en la red inalámbrica de la figura 1;

65 la figura 3 es un diagrama de una estructura de trama/paquete, configurada de acuerdo a un aspecto de la

divulgación, que se utiliza en la estructura de supertrama de la figura 2;

la figura 4 es un diagrama estructural de un preámbulo que tiene con varias longitudes, de acuerdo a un aspecto de la divulgación;

5 la figura 5 es un diagrama estructural de una estructura de supertrama para su uso en la conformación de haces proactiva, según lo configurado de acuerdo a un aspecto de la divulgación;

10 las figuras 6A y 6B son diagramas que ilustran diversos patrones de antena que pueden implementarse en dispositivos en la red inalámbrica de la figura 1, de acuerdo a un aspecto de la divulgación;

15 la figura 7 es un diagrama de bloques de una estructura de supertrama para una secuencia de entrenamiento, configurada de acuerdo a un aspecto de la divulgación, utilizada por un dispositivo en la red inalámbrica de la figura. 1 para entrenar otros dispositivos de interés;

la figura 8 es un diagrama de bloques de una estructura de trama utilizada durante un ciclo de entrenamiento general en la secuencia de entrenamiento de la figura 7, según lo configurado de acuerdo a un aspecto de la divulgación;

20 la figura 9 es un diagrama de temporización para un ciclo ejemplar de la secuencia de entrenamiento de la figura 7, según lo configurado de acuerdo a un aspecto de la divulgación;

la figura 10 es una estructura de paquete para un paquete de entrenamiento utilizado durante el ciclo de entrenamiento general;

25 la figura 11 es una estructura de trama para una etapa de retroalimentación de la secuencia de entrenamiento de la figura 7, configurada en un aspecto de la divulgación;

30 la figura 12 es una descripción de la estructura y temporización de un paquete transmitido, para que un dispositivo detecte el paquete transmitido;

la figura 13 es una descripción de la estructura y temporización de un paquete transmitido, para que un dispositivo detecte la transmisión mediante otros dispositivos;

35 la figura 14 es un diagrama de bloques de un aparato de petición de entrenamiento, configurado de acuerdo a un aspecto de la divulgación;

la figura 15 es un diagrama de bloques de un aparato receptor configurado de acuerdo a un aspecto de la divulgación;

40 la figura 16 es un diagrama de bloques de un aparato de asignación de tiempo de canal, configurado de acuerdo a un aspecto de la divulgación;

45 la figura 17 es un diagrama de bloques de un aparato de petición de asociación para asociar un primer dispositivo con un segundo dispositivo configurado de acuerdo a un aspecto de la divulgación;

la figura 18 es un diagrama de bloques de un aparato de adquisición de dirección preferida, configurado de acuerdo a un aspecto de la divulgación; y

50 la figura 19 es un diagrama de bloques de un aparato de determinación de canal despejado, configurado de acuerdo a un aspecto de la divulgación.

La figura 20 es un diagrama de bloques de circuitos de código de Golay, configurados de acuerdo a un aspecto de la divulgación;

55 las figuras 21A y 21B son elementos de información de conformación de haces y de supertramas, configurados de acuerdo a un aspecto de la divulgación; y

60 la figura 22 es un diagrama de flujo de un dispositivo con una antena de recepción omnidireccional, configurada de acuerdo a diversos aspectos de la divulgación.

**[0019]** De acuerdo a la práctica habitual, las diversas características ilustradas en los dibujos pueden estar simplificadas para mayor claridad. Por lo tanto, los dibujos pueden no representar todos los componentes de un aparato (por ejemplo, un dispositivo) o procedimiento dado. Además, se pueden usar números de referencia iguales para indicar características iguales a lo largo de la memoria descriptiva y las figuras.

**Descripción detallada**

5 **[0020]** A continuación, se describen diversos aspectos de la divulgación. Debería ser evidente que las enseñanzas en el presente documento pueden realizarse en una amplia variedad de formas y que cualquier estructura o función específica, o ambas, divulgadas en el presente documento, son simplemente representativas. Tomando como base las enseñanzas en el presente documento, un experto en la técnica debería apreciar que un aspecto divulgado en el presente documento se puede implementar independientemente de cualquier otro aspecto, y que dos o más de estos aspectos se pueden combinar de diversas maneras. Por ejemplo, un aparato se puede implementar o un procedimiento se puede llevar a la práctica usando cualquier número de los aspectos expuestos en el presente documento. Además, tal aparato se puede implementar, o tal procedimiento se puede llevar a la práctica, usando otra estructura, funcionalidad, o estructura y funcionalidad, además o aparte de uno o más de los aspectos expuestos en el presente documento.

15 **[0021]** En un aspecto de la divulgación, se proporciona un sistema de onda milimétrica de modalidad dual que emplea modulación de portadora única y OFDM, con una señalización común de portadora única. La modalidad común es una modalidad de portadora única, utilizada tanto por dispositivos de portadora única como de OFDM para comunicaciones de balizas, señalización, conformación de haces y datos de velocidad base.

20 **[0022]** Varios aspectos de una red inalámbrica 100 se presentarán ahora con referencia a la figura 1, que es una red formada de una manera que es compatible con la norma IEEE 802.15.3c de Redes de área personal (PAN), y mencionada en este documento como una pico-red. La red 100 es un sistema inalámbrico de comunicación de datos ad hoc que permite que una serie de dispositivos de datos independientes, tales como una pluralidad de dispositivos de datos (DEV) 120, se comuniquen entre sí. Las redes con funcionalidad similar a la red 100 también se denominan un conjunto de servicios básicos (BSS) o un servicio básico independiente (IBSS) si la comunicación es entre un par de dispositivos.

30 **[0023]** Cada DEV de la pluralidad de los DEV 120 es un dispositivo que implementa una interfaz de MAC y PHY para el medio inalámbrico de la red 100. Un dispositivo con funcionalidad similar a los dispositivos en la pluralidad de los DEV 120 puede denominarse un terminal de acceso, un terminal de usuario, una estación móvil, una estación de abonado, una estación, un dispositivo inalámbrico, un terminal, un nodo o con alguna otra terminología adecuada. Los diversos conceptos descritos a lo largo de esta divulgación están concebidos para aplicarse a todos los nodos inalámbricos adecuados, independientemente de su nomenclatura específica.

35 **[0024]** Según la norma IEEE 802.15.3c, un DEV asumirá la función de un coordinador de la pico-red. Este DEV de coordinación se denomina coordinador de Pico-Red (PNC) y se ilustra en la figura 1 como un PNC 110. Por lo tanto, el PNC incluye la misma funcionalidad de dispositivo de la pluralidad de otros dispositivos, pero proporciona coordinación para la red. Por ejemplo, el PNC 110 proporciona servicios tales como temporización básica para la red 100 utilizando una baliza; y gestión de requisitos cualesquiera de calidad de servicio (QoS), modalidades de ahorro de energía y control de acceso a la red. Un dispositivo con una funcionalidad similar a la descrita para el PNC 110, en otros sistemas puede denominarse punto de acceso, estación base, estación transceptora base, estación, terminal, nodo, terminal de acceso que actúa como un punto de acceso, o con alguna otra terminología adecuada. Tanto los DEV como los PNC pueden denominarse nodos inalámbricos. En otras palabras, un nodo inalámbrico puede ser un DEV o un PNC.

45 **[0025]** El PNC 110 coordina la comunicación entre los diversos dispositivos en la red 100 utilizando una estructura denominada una supertrama. Cada supertrama está acotada basándose en el tiempo, mediante períodos de baliza. El PNC 110 también se puede acoplar a un controlador de sistema 130 para comunicarse con otras redes u otros PNC.

50 **[0026]** La figura 2 ilustra una supertrama 200 utilizada para temporización de pico-red en la red 100. En general, una supertrama es una estructura de división temporal básica que contiene un período de baliza, un período de asignación de tiempo de canal y, de manera optativa, un período de acceso a contienda. La longitud de una supertrama también se conoce como el intervalo de baliza (BI). En la supertrama 200, se proporciona un período de baliza (BP) 210 durante el cual un PNC, tal como el PNC 110, envía tramas de baliza, como se describe adicionalmente en el presente documento.

60 **[0027]** Un período de acceso a contienda (CAP) 220 se utiliza para comunicar comandos y datos, bien entre el PNC 110 y un DEV en la pluralidad de los DEV 120 en la red 100, o bien entre cualesquiera de los DEV en la pluralidad de los DEV 120 en la red 100. El procedimiento de acceso para el CAP 220 se puede basar en un protocolo aloha ranurado o un protocolo de acceso múltiple con detección de portadora y con evitación de colisión (CSMA/CA). El PNC 110 puede no incluir el CAP 220 en cada supertrama.

65 **[0028]** Un periodo de asignación de tiempo de canal (CTAP) 220, que se basa en un protocolo de acceso múltiple por división del tiempo (TDMA), es proporcionado por el PNC 110 para asignar tiempo para que la pluralidad de los DEV 120 utilicen los canales en la red 100. Específicamente, el CTAP se divide en uno o más períodos temporales, denominados asignaciones de tiempo de canal (CTA), que son asignados por el PNC 110 a pares de dispositivos; un

par de dispositivos por CTA. Así pues, el mecanismo de acceso para las CTA se basa en el TDMA.

**[0029]** Durante el período de baliza, las balizas que utilizan un conjunto de patrones de antena, denominadas balizas cuasi-omni o "Q-omni", se transmiten en primer lugar. Las balizas direccionales, es decir, las balizas transmitidas utilizando una ganancia de antena mayor en alguna(s) dirección(es), pueden transmitirse adicionalmente durante el período de baliza o en el CTAP entre el PNC y uno o múltiples dispositivos.

**[0030]** La figura 3 es un ejemplo de una estructura de trama 300 que puede usarse para una trama de portadora única, de OFDM o de modalidad común. Como se utiliza en el presente documento, el término "trama" también puede denominarse "paquete", y estos dos términos deberían considerarse sinónimos. La estructura de trama 300 incluye un preámbulo 302, un encabezado 340 y una carga útil de paquete 380. La modalidad común utiliza códigos de Golay para los tres campos, es decir, para el preámbulo 302, el encabezado 340 y la carga útil de paquete 380. La señal de modalidad común utiliza códigos de ensanchamiento de Golay con modulación  $\pi/2$ -BPSK a nivel de chip para ensanchar los datos en el mismo. El encabezado 340, que es un encabezado de conformidad con el protocolo de convergencia de capa física (PLCP), y la carga útil de paquete 380, que es una unidad de datos de servicio de capa física (PSDU), incluye símbolos ensanchados con un par de códigos de Golay de longitud 64. Diversos parámetros de trama, incluyendo, a modo de ejemplo, pero sin limitación, el número de repeticiones de los códigos de Golay y las longitudes de los códigos de Golay, pueden adaptarse de acuerdo a diversos aspectos de la estructura de trama 300. En un aspecto, los códigos de Golay empleados en el preámbulo se pueden seleccionar a partir de códigos de Golay de longitud 128 o de longitud 256. Los códigos de Golay utilizados para el ensanchamiento de datos pueden comprender códigos de Golay de longitud 64 o de longitud 128.

**[0031]** Con referencia de nuevo a la figura 3, el preámbulo 302 incluye un campo de secuencia de sincronización de paquete 310, un campo de delimitador de trama de inicio (SFD) 320 y un campo de secuencia de estimación de canal 330. El preámbulo 302 puede acortarse cuando se utilizan velocidades mayores de transferencia de datos. Por ejemplo, la longitud predeterminada del preámbulo puede establecerse en 36 códigos de Golay para la modalidad común, que está asociada a una velocidad de transferencia de datos del orden de 50 Mbps. Para una velocidad de transferencia de datos del orden de una velocidad de transferencia de datos de 1,5 Gbps, el preámbulo 302 puede acortarse a 16 códigos de Golay y, para velocidades de transferencia de datos de aproximadamente 3Gbps, el preámbulo 302 puede acortarse adicionalmente a 8 códigos de Golay. El preámbulo 302 también se puede cambiar por un preámbulo más corto basándose en una petición implícita o explícita de un dispositivo.

**[0032]** El campo de secuencia de sincronización de paquete 310 es una repetición de unos ensanchados mediante uno de los códigos de Golay complementarios de longitud 128 ( $a_{128}^i, b_{128}^i$ ), como se representa mediante los códigos 312-1 a 312-n en la figura 3. El campo SFD 320 comprende un código específico tal como  $\{-1\}$  que se ensancha mediante uno de los códigos de Golay complementarios de longitud 128 ( $a_{128}^i, b_{128}^i$ ), como se representa mediante un código 322 en la figura 3. El campo CES 330 puede ensancharse utilizando un par de códigos Golay complementarios de longitud-256 ( $a_{256}^i, b_{256}^i$ ), representados por los códigos 332 y 336, y puede comprender además al menos un prefijo cíclico, representado por 334-1 y 338-1, tal como  $a_{CP}^i$  o  $b_{CP}^i$ , que son códigos de Golay de longitud 128, donde CP es el prefijo o postfijo cíclico. Un postfijo cíclico para cada uno de los códigos 332 y 336, tal como  $a_{CP}^i$  o  $b_{CP}^i$ , respectivamente, como se representa mediante 334-2 y 338-2, respectivamente, son códigos de Golay de longitud 128.

**[0033]** En un aspecto, el encabezado 340 emplea aproximadamente una codificación de Reed Solomon (RS) de velocidad de un medio, mientras que la carga útil de paquete 380 emplea una codificación de RS de velocidad 0,937, RS(255,239). El encabezado 340 y la carga útil de paquete 380 pueden ser binarios o de valor complejo, y ensancharse utilizando códigos de Golay complementarios de longitud 64  $a_{64}^i$  y/o  $b_{64}^i$ . Preferiblemente, el encabezado 340 debería transmitirse de una manera más robusta que la carga útil de paquete 380, para minimizar la tasa de errores de paquete debida a la tasa de errores de encabezado. Por ejemplo, el encabezado 340 puede tener una ganancia de codificación entre 4dB y 6dB mayor que la parte de datos en la carga útil de paquete 380. La velocidad del encabezado también puede adaptarse en respuesta a cambios en la velocidad de transferencia de datos. Por ejemplo, para una gama de velocidades de transferencia de datos de hasta 1,5 Gbps, la velocidad del encabezado puede ser de 400 Mbps. Para velocidades de transferencia de datos de 3Gbps, la velocidad del encabezado puede ser de 800 Mbps y, para un intervalo de velocidades de transferencia de datos de hasta 6 Gbps, la velocidad del encabezado puede establecerse en 1,5 Gbps. Una proporción constante de la velocidad del encabezado se puede mantener en una gama de velocidades de transferencia de datos. Así pues, como la velocidad de transferencia de datos varía de una gama a otra, la velocidad del encabezado se puede ajustar para mantener una razón constante entre la velocidad del encabezado y la gama de velocidades de transferencia de datos. Es importante comunicar el cambio en la velocidad del encabezado a cada dispositivo en la pluralidad de los DEV 120 en la red 100. Sin embargo, la estructura de trama actual 300 en la figura 3 utilizada por todas las modalidades (es decir, portadora única, OFDM y modalidades comunes) no incluye la capacidad de hacer esto.

**[0034]** La figura 4 ilustra un preámbulo 400 de acuerdo a aspectos de la divulgación. Tres preámbulos se definen de la forma siguiente:

Preámbulo largo: 8 símbolos de sincronización, 1 símbolo SFD, 2 símbolos CES;

Preámbulo medio: 4 símbolos de sincronización, 1 símbolo SFD, 2 símbolos CES; y

Preámbulo corto: 2 símbolos de sincronización, 1 símbolo SFD, 1 símbolo CES;

donde un símbolo es un código de Golay de longitud 512 y puede construirse a partir de un único código o un par de códigos de Golay de longitud 128.

**[0035]** Durante el período de baliza, las balizas con patrones cuasi-omni, es decir, patrones que abarcan un área relativamente amplia de la región del espacio de interés, denominadas balizas "Q-omni", se transmiten en primer lugar. Las balizas direccionales, es decir, las balizas transmitidas utilizando una ganancia de antena mayor en alguna(s) dirección(es), pueden transmitirse adicionalmente durante el período de baliza o en el CTAP, entre el PNC y uno o más dispositivos. Se puede asignar un conjunto único de secuencias de preámbulos a cada pico-red dentro del mismo canal de frecuencia, tal como para mejorar la reutilización de frecuencias y espacial:

$$s_{512,m}[n] = c_{4,m}[\text{suelo}(n/128)] \times u_{128,m}[n \bmod 128] \quad n = 0:511,$$

donde las secuencias base  $s_{512,m}$  ocupan cuatro conjuntos de contenedores de frecuencia no solapados y, por lo tanto, son ortogonales tanto en tiempo como en frecuencia. La  $m$ -ésima secuencia base ocupa los contenedores de frecuencia  $m, m+4, m+8, m+12$ . En un aspecto de la divulgación, las secuencias de Golay modificadas se generan a partir de otras secuencias de Golay, tales como las secuencias complementarias de Golay, usando el filtrado por dominio de tiempo o de frecuencia para garantizar que solo se llenen las subportadoras utilizadas, en lugar de las 512 subportadoras completas.

**[0036]** El término "secuencias complementarias de Golay regulares", como se usa en el presente documento, e indicadas por **a** y **b**, pueden generarse utilizando los siguientes parámetros:

1. Un vector de retardo **D** de longitud M con elementos distintos del conjunto  $2m$  con  $m = 0:M-1$ ; y
2. Un vector semilla **W** de longitud M con elementos de la constelación QPSK ( $\pm 1, \pm j$ ).

**[0037]** La figura 20 ilustra circuitos de códigos de Golay 2000 que pueden emplearse bien como un generador de códigos de Golay o bien como un filtro adaptado en algunos aspectos de la divulgación. Los circuitos de códigos de Golay 2000 incluyen una secuencia de elementos de retardo 2002-1 a 2002-M, configurados para proporcionar un conjunto determinado de retardos fijos  $\mathbf{D} = [D(0), D(1), \dots, D(M-1)]$  a una primera señal de entrada. El perfil de retardo proporcionado por los elementos de retardo 2002-1 a 2002-M puede ser fijo, incluso cuando los circuitos de códigos de Golay 2000 están configurados para producir múltiples pares de códigos complementarios de Golay. Los circuitos de códigos de Golay 2000 también incluyen una secuencia de elementos adaptables de inserción de vector seminal, 2030-1 a 2030-M, configurados para multiplicar una segunda señal de entrada por al menos uno entre una pluralidad de vectores seminales diferentes  $\mathbf{W}^i = [W(0), W(1), \dots, W(M-1)]$ , para generar una pluralidad de señales seminales. La salida de cada uno de la secuencia de elementos adaptables de inserción de vector seminal 2030-1 a 2030-M se suministra a un primer conjunto de combinadores 2010-1 a 2010-M para combinarse con una salida respectiva de cada uno de los elementos de retardo 2002-1 a 2002-M. En la implementación de los circuitos de código Golay 2000, como se muestra en la figura 20, la salida de cada elemento de inserción de vector seminal 2030-1 a 2030-M es agregada a la salida de sus respectivos elementos de retardo 2002-1 a 2002-M por un respectivo combinador del primer conjunto de combinadores 2010-1 a 2010-M, antes de que los resultados sean suministrados a la siguiente etapa. Un segundo conjunto de combinadores 2020-1 a 2020-M se configura para combinar las señales retardadas de los elementos de retardo 2002-1 a 2002-M con señales multiplicadas por el vector seminal, donde las señales seminales se restan de las señales de retardo en los circuitos de códigos de Golay 2000.

**[0038]** Los receptores implementados de acuerdo a ciertos aspectos de la divulgación pueden emplear generadores de códigos de Golay similares para realizar un filtrado adaptado de señales recibidas, a fin de proveer una funcionalidad tal como la detección de paquetes o tramas.

**[0039]** En un aspecto, los códigos de Golay (**a1**, **a2**, **a3** y **a4**) pueden generarse mediante combinaciones de vectores de retardo ( $D_1, D_2, D_3$  y  $D_4$ ) y de los correspondientes vectores seminales ( $W_1, W_2, W_3$  y  $W_4$ ), como se muestra en la siguiente tabla:

**Vectores de retardo y seminales para las secuencias de Golay a1, a2, a3 y a4**

<b>a o b</b>	<b>D1</b>	64	32	8	1	4	2	16
	<b>D2</b>	64	32	8	1	4	2	16
	<b>D3</b>	64	32	4	2	8	1	16
	<b>D4</b>	64	32	4	2	8	1	16
0	<b>W1</b>	-1	-j	-1	-j	-1	1	1
0	<b>W2</b>	-1	-1	1	+j	1	-j	1
1	<b>W3</b>	-1	-1	-1	-1	1	+j	1
0	<b>W4</b>	-1	-1	1	-1	1	-j	1

5 **[0040]** Las secuencias primera, segunda y cuarta son de tipo **a**, mientras que la tercera secuencia es de tipo **b**. Las secuencias preferidas están optimizadas para que tengan niveles mínimos de lóbulos laterales, así como una correlación cruzada mínima.

10 **[0041]** En algunos aspectos de la divulgación, puede emplearse una velocidad base para las operaciones de señalización de OFDM, utilizadas para intercambiar tramas de control y tramas de comandos, asociarse a una pico-red, conformar haces y otras funciones de control. La velocidad base se emplea para lograr un alcance óptimo. En un aspecto, se pueden emplear 336 subportadoras de datos por símbolo con ensanchamiento en el dominio de la frecuencia para alcanzar la velocidad base de datos. Las 336 subportadoras (subportadoras -176 a 176) pueden dividirse en 4 contenedores de frecuencia no solapados, tal como se describe con respecto al preámbulo, y cada conjunto puede asignarse a uno entre una pluralidad de los PNC que funcionan en la misma banda de frecuencia. Por ejemplo, a un primer PNC se le pueden asignar las subportadoras -176, -172, -168, ..., 176. A un segundo PNC se le pueden asignar las subportadoras -175, -171, -167, ..., 173, y así sucesivamente. Además, cada PNC puede configurarse para aleatorizar los datos para distribuirlos por múltiples subportadoras.

20 **[0042]** En la norma IEEE 802.15.3, la temporización de pico-red se basa en una supertrama que incluye un período de baliza durante el cual un PNC transmite tramas de baliza, un período de acceso a contienda (CAP) basado en el protocolo CSMA/CA y un período de asignación de tiempo de canal (CTAP), que se utiliza para las CTA de gestión (MCTA) y las CTA normales, como se explica adicionalmente a continuación.

25 **[0043]** Durante el período de baliza, las balizas con patrones de antena casi omnidireccionales, denominadas balizas cuasi-omni o "Q-omni", se transmiten en primer lugar. Las balizas direccionales, es decir, las balizas transmitidas utilizando alguna ganancia de antena en alguna(s) dirección(es), pueden transmitirse adicionalmente durante el período de baliza o en el CTAP entre dos dispositivos.

30 **[0044]** Con el fin de reducir la sobrecarga cuando se transmiten balizas direccionales, el preámbulo puede acortarse (por ejemplo, el número de repeticiones puede reducirse) para mayores ganancias de antena. Por ejemplo, cuando se proporciona una ganancia de antena de 0 a 3 dB, las balizas se transmiten utilizando un preámbulo predeterminado que comprende ocho códigos de Golay modificados de longitud 512 y dos símbolos CES. Para una ganancia de antena de 3 a 6 dB, las balizas emplean un preámbulo acortado de cuatro repeticiones del mismo código de Golay modificado y dos símbolos CES. Para una ganancia de antena de 6 a 9 dB, las balizas transmiten un preámbulo acortado de dos repeticiones del mismo código de Golay modificado y 1 o 2 símbolos CES. Para ganancias de antena de 9 dB o más, el preámbulo de baliza emplea solo una repetición del mismo código de Golay y 1 símbolo de CES. Si se utiliza un encabezado/baliza durante el balizamiento o para paquetes de datos, el factor de ensanchamiento de los datos de encabezado puede coincidir con la ganancia de la antena.

40 **[0045]** Diversos aspectos de la divulgación dan a conocer un protocolo de mensajería unificado que presta soporte a una amplia gama de configuraciones de antena, operaciones de conformación de haces y modelos de uso. Por ejemplo, las configuraciones de antenas pueden incluir antenas direccionales o cuasi-omni, patrones de antena direccional de una única antena, antenas conmutadas por diversidad, antenas sectorizadas, antenas con conformación de haces, formaciones de antenas en fase, así como otras configuraciones de antenas. Las operaciones de conformación de haces pueden incluir la conformación de haces proactiva, que se realiza entre un PNC y un dispositivo, y la conformación de haces bajo demanda, que se realiza entre dos dispositivos. Los diferentes modelos de uso, tanto para la conformación de haces proactiva como para la conformación de haces bajo demanda, incluyen la conformación de haces por paquete desde un PNC a múltiples dispositivos y desde al menos un dispositivo al PNC, transmisiones desde un PNC a un único dispositivo, comunicaciones entre dispositivos, así como otros modelos de uso. La conformación de haces proactiva es útil cuando el PNC es el origen de datos para uno o múltiples dispositivos, y el PNC está configurado para transmitir paquetes en diferentes direcciones físicas, cada una de las cuales corresponde a una ubicación de uno o más dispositivos a los que están destinados los paquetes.

**[0046]** En algunos aspectos, el protocolo de mensajería y conformación de haces unificado (SC/OFDM) es independiente del enfoque de optimización (es decir, optimización para encontrar las mejores ponderaciones de haces, sectores o antenas), y del sistema de antenas utilizado en los dispositivos en la red inalámbrica 100. Esto admite flexibilidad en el enfoque de optimización real empleado. Sin embargo, deberían definirse las herramientas que permiten la conformación de haces. Estas herramientas deberían dar soporte a todos los escenarios al tiempo que permiten una latencia reducida, una sobrecarga reducida y una rápida conformación de haces.

**[0047]** La siguiente tabla muestra cuatro tipos de paquetes de conformación de haces de portadora única que pueden ser empleados por aspectos de la divulgación.

Tipo de paquete	Longitud del preámbulo (#128 segmentos)	Velocidad del encabezado (Mbps)	Velocidad de transferencia de datos (Mbps)	Requisito (Ob)ligatorio /(Op)tativo
I	36	50	50	M
II	20	100	100	O
III	12	200	200	O
IV	8	400	400	O

**[0048]** Como se trata de paquetes de portadora única, transmitidos utilizando la modalidad común, pueden decodificarse mediante dispositivos tanto de portadora única como de OFDM. La mayoría de los paquetes transmitidos pueden no tener cuerpo, solo un preámbulo.

**[0049]** Los diferentes tipos de paquetes pueden emplearse para diferentes ganancias de antena, de tal manera como para que ecualicen esencialmente la ganancia total de las transmisiones, teniendo en cuenta tanto la ganancia de codificación como la ganancia de antena. Por ejemplo, una transmisión Q-Omni con ganancia de antena de 0 a 3 dB puede emplear paquetes de tipo I. Una transmisión direccional con ganancia de antena de 3 a 6 dB puede usar paquetes de tipo II. Una transmisión direccional con ganancia de antena de 6 a 9 dB puede usar paquetes de tipo III, y una transmisión direccional con ganancia de antena de 9 a 12 dB puede usar paquetes de tipo IV. En otro aspecto, es ventajoso transmitir la baliza a la velocidad predeterminada con el fin de reducir la complejidad de procesamiento en los dispositivos y el PNC.

**[0050]** La figura 5 ilustra una estructura de supertrama 500 que puede ser empleada por diversos aspectos de la divulgación para realizar la conformación de haces proactiva. La estructura de supertrama 500 incluye una parte de baliza 550, un CAP 560 basado en el protocolo CSMA/CA y un CTAP 580, que se utiliza para las CTA de gestión (MCTA) y las CTA normales. La parte de baliza 550 incluye una parte Q-omni y una parte direccional 530. La parte direccional 530 incluye el uso de balizas direccionales que pueden enviarse a diferentes dispositivos para transportar más información.

**[0051]** La parte Q-omni incluye L1 transmisiones en la estructura de supertrama 500, que es una pluralidad de balizas Q-Omni, según lo representado por las balizas Q-Omni 510-1 a 510-L1, cada una de las cuales está separada por un respectivo MIFS (separación mínima entre tramas, que es un tiempo de guardia), según lo representado por una pluralidad de MIFS 520-1 a 520-L1. En un aspecto, L1 representa el número de direcciones Q-Omni a las que el PNC puede prestar soporte. Para un PNC con capacidad de cobertura omnidireccional, es decir, un PNC que tenga una antena de tipo omnidireccional,  $L1 = 1$ . Para un PNC con antenas sectorizadas, L1 representaría el número de sectores a los que el PNC puede prestar soporte. De forma similar, cuando se dota a un PNC con antenas conmutadas con diversidad de transmisión, L1 puede representar el número de antenas de transmisión en el PNC. Se pueden utilizar varios enfoques para la estructura del paquete de baliza Q-omni. Así pues, por ejemplo, las L1 balizas Q-omni llevan el mismo contenido, con la excepción de que cada paquete de baliza Q-omni puede tener uno o más contadores que contienen información sobre el índice del paquete de baliza Q-omni y el número total de paquetes de baliza Q-omni en la parte Q-omni.

**[0052]** En un aspecto, el CAP 560 se divide en dos partes, un período de CAP de asociación 562 y un CAP de comunicación de datos 572. El CAP de asociación 562 permite a cada uno de los dispositivos asociarse con el PNC. En un aspecto, el CAP de asociación 562 se divide en una pluralidad de sub-CAP (S-CAP), que se representan mediante los S-CAP 562-1 a 562-L2, seguido cada uno de ellos por un respectivo tiempo de guardia (GT), que se representa mediante los GT 564-1 a 564-L2. L2 representa el número máximo de direcciones de recepción Q-omni que admite el PNC, que puede ser diferente a L1, y así, en un aspecto de la divulgación, durante el período CAP de asociación 562, el PNC escuchará en cada una de las L2 direcciones de recepción para detectar una petición de asociación de un dispositivo, es decir, durante el  $l^{\text{ésimo}}$  S-CAP el PNC escuchará en la dirección de recepción  $l^{\text{ésima}}$ , donde  $l$  varía de 1 a L2.

**[0053]** En un aspecto en el que el canal es recíproco (por ejemplo, L1 es igual a L2), durante el  $l^{\text{ésimo}}$  S-CAP, donde

5 I puede ser cualquier valor de 1 a L1, el PNC recibe desde la misma dirección de antena que utilizó para transmitir la  $j$ -ésima baliza Q-Omni. Un canal es recíproco entre dos dispositivos, si los dos dispositivos utilizan la misma formación de antenas para la transmisión y la recepción. Un canal es no recíproco si, por ejemplo, uno de los dispositivos utiliza diferentes formaciones de antenas para la transmisión y la recepción.

10 **[0054]** Las figuras 6A y 6B ilustran dos ejemplos de patrones de antenas 600 y 650, respectivamente. En la figura 6A, una estación 610 incluye una pluralidad de direcciones de antena 602-1 a 602-L, con una  $k$ -ésima dirección de antena 602-k. De manera similar, en la figura 6B, una estación 660 incluye una pluralidad de direcciones de antena 650-1 a 650-L con una  $k$ -ésima dirección de antena 650-k. En un aspecto, cada una de las direcciones de antena puede ser parte de un patrón particular con una resolución denominada en el presente documento Q-Omni, sectores, haces y haces de alta resolución (HRB). Aunque los términos utilizados en el presente documento se refieren a direcciones de antena que son arbitrarias en términos de la resolución real (por ejemplo, área de cobertura), se puede pensar que un patrón Q-Omni se refiere a un patrón de antena que abarca un área muy amplia de una región del espacio de interés (RSI). En un aspecto de la divulgación, un DEV está configurado para cubrir la RSI con un conjunto mínimo de direcciones de antena Q-omni, posiblemente solapadas. Un sector puede referirse a un patrón que abarca un área amplia utilizando, por ejemplo, un haz ancho o múltiples haces más estrechos que pueden ser adyacentes o no. En un aspecto de la divulgación, los sectores pueden solaparse. Los haces son un subconjunto de haces de alta resolución (HRB) que tienen el nivel de resolución más alto. En un aspecto de la divulgación, el ajuste de la resolución, de haces a HRB, se consigue durante una operación de rastreo en la que un dispositivo monitoriza un conjunto de los HRB en torno a un haz dado.

25 **[0055]** Como se ha expuesto anteriormente, el CAP se basa en un protocolo CSMA/CA para la comunicación entre diferentes dispositivos (DEV). Cuando uno de los DEV en la pico-red no tiene capacidad omnidireccional, cualquier DEV que desee comunicarse con ese DEV durante el CAP necesita saber en qué dirección debe transmitir y recibir. Un DEV sin capacidad omnidireccional puede utilizar antenas conmutadas, antenas sectorizadas y/o formaciones de antenas en fase, denominadas en el presente documento antenas direccionales, como se expone adicionalmente en el presente documento. Se debería tener en cuenta que la información difundida durante la baliza se puede dividir entre balizas Q-Omni y direccionales con el fin de optimizar la baliza Q-omni.

30 **[0056]** Como se ha expuesto anteriormente, el PNC difunde una baliza en cada supertrama. Cada baliza contiene toda la información de temporización sobre la supertrama y, de manera optativa, información sobre algunos de, o todos, los DEV que son miembros de la pico-red, incluyendo las capacidades de conformación de haces de cada DEV. La información sobre las capacidades posibles de algunos de, o todos, los DEV se comunicaría, preferiblemente, durante la sección de baliza direccional del período de baliza, porque las balizas direccionales se transmiten a velocidades de transferencia de datos mayores y darían mejor soporte a las cantidades potencialmente grandes de información sobre capacidad de DEV. El PNC obtiene las capacidades de conformación de haces de los DEV durante la asociación. La capacidad de conformación de haces de un DEV incluye una serie de direcciones de transmisión y recepción aproximadas y una serie de niveles de conformación de haces. Por ejemplo, el número de direcciones aproximadas podría ser un número de antenas para un DEV con antenas conmutadas, un número de sectores para un DEV con antenas sectorizadas o un número de patrones aproximados para un DEV con una formación de antenas en fase. Una formación de antenas en fase puede generar un conjunto de patrones que podrían solaparse; cada patrón abarca una parte de la región del espacio de interés.

45 **[0057]** Un DEV necesita realizar las siguientes etapas con el fin de asociarse (es decir, convertirse en un miembro de la pico-red) con el PNC. En primer lugar, el DEV busca una baliza del PNC. A continuación, el DEV detecta al menos una de las balizas Q-omni y obtiene conocimiento de la temporización de supertrama, el número de balizas Q-omni, el número y la duración de los S-CAP y, optativamente, las capacidades posibles de cada uno de los DEV miembros. En un aspecto de la divulgación, el DEV obtendrá y rastreará las mejores direcciones del PNC midiendo un indicador de calidad de enlace de todas las balizas Q-omni transmitidas por el PNC. En un aspecto de la divulgación, el indicador de calidad de enlace (LQI) es una métrica de la calidad de la señal recibida. Los ejemplos de LQI incluyen, pero no se limitan a, RSSI (indicador de intensidad de señal recibida), SNR (razón entre señal y ruido), SNIR (razón entre señal y ruido más interferencia), SIR (razón entre señal e interferencia), detección de preámbulo, BER (tasa de errores de bit) o PER (tasa de errores de paquete).

55 **[0058]** El DEV envía una petición de asociación al PNC en uno de los S-CAP realizando un barrido sobre su conjunto de L1 direcciones de transmisión, es decir, el DEV envía una petición de asociación que comprende un conjunto de L1 paquetes separados optativamente por un intervalo de guardia, en donde el paquete  $m$ -ésimo ( $m = 1, 2, \dots, L1$ ) se envía en la dirección de transmisión del DEV y en donde los paquetes contienen el mismo contenido, con la excepción de que cada paquete puede tener en su encabezado uno o más contadores que contienen información sobre el número total de paquetes en la petición de asociación y el índice del paquete actual. De manera alternativa, cada paquete puede tener en su encabezado el número de paquetes restantes en la petición de asociación. Además, cada petición de asociación (es decir, cada paquete en la petición de asociación) tiene información para el PNC sobre su mejor dirección de transmisión hacia el DEV. El DEV conoce esta información a partir de las balizas. Después de enviar la petición de asociación, el DEV espera una respuesta de asociación.

65 **[0059]** Después de detectar uno de los paquetes que ha enviado el DEV, el PNC decodifica la información del

encabezado sobre el número restante de paquetes dentro de la petición de asociación y puede calcular el tiempo restante hasta el final del último paquete, es decir, el tiempo que debería esperar antes de transmitir de vuelta la respuesta de asociación. La respuesta de asociación desde el PNC debería informar al DEV sobre su mejor dirección de transmisión. Una vez que el DEV recibe correctamente una respuesta de asociación, el DEV y el PNC podrán comunicarse mediante un conjunto de direcciones: una del DEV al PNC y otra del PNC al DEV, denominadas un "conjunto de direcciones de trabajo", y utilizarán este conjunto de trabajo para comunicaciones adicionales en el S-CAP. Así, en un aspecto de la divulgación, tener un conjunto de direcciones de trabajo significa que el DEV sabe qué dirección utilizar para transmitir al PNC y a qué S-CAP dirigirse, y el PNC sabe qué dirección de transmisión utilizar hacia el DEV. Un conjunto de direcciones de trabajo no significa necesariamente el mejor conjunto de direcciones entre el PNC y el DEV. Por ejemplo, una dirección de trabajo puede ser la primera dirección detectada durante el barrido con una calidad de enlace suficiente para permitir la finalización de la recepción del paquete. El conjunto de direcciones de trabajo puede determinarse como el conjunto de direcciones preferidas o "mejores", utilizando una técnica de sondeo que se describe a continuación. De manera alternativa, después de detectar con éxito uno de los paquetes dentro de la petición de asociación, el PNC puede monitorizar todos los paquetes restantes (transmitidos en diferentes direcciones por el DEV) con el fin de encontrar la mejor dirección de recepción del DEV, en cuyo caso el conjunto de direcciones ahora es un mejor conjunto de direcciones. El PNC puede obtener las capacidades de los DEV (incluyendo las capacidades de conformación de haces) como parte del proceso de petición de asociación o en una CTA asignada para una comunicación adicional entre el PNC y el DEV.

**[0060]** Si el DEV no recibe una respuesta de asociación desde el PNC dentro de un tiempo dado, entonces el DEV reenviará la petición de asociación probando una o más veces en cada uno de los S-CAP hasta que reciba con éxito una respuesta de asociación desde el PNC. En un aspecto de la divulgación, el PNC asigna solo un S-CAP para peticiones de asociación. Un DEV puede enviar una petición de asociación realizando un barrido sobre todas sus direcciones de transmisión, como se ha descrito anteriormente. O bien, si el canal es simétrico, el DEV puede enviar al PNC la petición de asociación utilizando la dirección de transmisión equivalente a la mejor dirección de recepción desde el PNC. Esta mejor dirección de recepción desde el PNC está disponible para el DEV a partir de la monitorización de las balizas, tal como se ha descrito anteriormente. En otro aspecto de la divulgación, el DEV puede enviar una petición de asociación al PNC en una de las direcciones de transmisión del DEV y esperar a escuchar un acuse de recibo del PNC. Si el DEV no recibe una respuesta del PNC, el DEV enviará otra petición de asociación al PNC en otra de las direcciones de transmisión del DEV, ya sea en el mismo CAP o en el CAP de otra supertrama. Cada petición de asociación incluirá información común al conjunto completo de peticiones de asociación, tal como cuántos paquetes de asociación se han enviado/se están enviando en el conjunto de peticiones de asociación, e información única de la petición de asociación particular que se está transmitiendo, tal como información de identificación única de la petición de asociación efectiva.

**[0061]** El PNC puede realizar un barrido sobre todas sus direcciones de recepción para detectar el preámbulo de cualquier paquete dentro de una petición de asociación transmitida por el DEV, si ese paquete se envió como parte de un conjunto de paquetes en la petición de asociación o si se envió de manera individual. Después de recibir con éxito la petición de asociación, el PNC utilizará la información de dirección contenida en la misma para transmitir información de vuelta al DEV. Aunque el PNC puede ser capaz de decodificar el preámbulo del paquete basándose en la primera petición de asociación que puede recibir, la dirección desde la que el DEV transmitió la petición de asociación puede no ser la dirección óptima. Así pues, el PNC puede intentar detectar paquetes adicionales de petición de asociación para determinar si las peticiones de asociación siguientes se reciben mejor.

**[0062]** El procedimiento descrito anteriormente es una versión simplificada de un procedimiento de asociación direccional, es decir, cuando el PNC y/o el DEV no tienen capacidad omnidireccional. Ocasionalmente, el PNC sondeará a cada DEV para solicitar que el DEV entrene al PNC. Esto es necesario con el fin de que el PNC rastree dispositivos móviles. El entrenamiento puede realizarse, por ejemplo, mediante barrido del DEV sobre su conjunto de direcciones de transmisión. El propio DEV no necesita ser entrenado por el PNC porque el DEV rastrea la dirección del PNC monitorizando las balizas Q-omni difundidas por el PNC, como se ha descrito anteriormente. En un aspecto de la divulgación, si el canal entre el PNC y el DEV es recíproco, entonces el DEV se asocia con el PNC sin realizar un barrido, utilizando el mejor par de direcciones obtenidas durante el período de baliza. Si, por ejemplo, el PNC tiene cuatro balizas Q-omni (es decir, cuatro direcciones en las que transmite balizas Q-omni) y el DEV tiene tres direcciones de recepción, y el DEV ha determinado que la mejor baliza Q-omni desde la que recibe transmisiones del PNC es la segunda baliza Q-omni y que su mejor dirección de recepción es la número tres, entonces el DEV utilizaría la dirección número tres para enviar una petición de asociación en el S-CAP número dos al PNC, teniendo la petición de asociación información para el PNC sobre su mejor dirección Q-omni, que es la número dos. El PNC transmitiría entonces la "respuesta de petición de asociación" utilizando la dirección de transmisión número dos correspondiente a su dirección de recepción número dos.

**[0063]** Supongamos que DEV-1 está interesado en comunicarse con DEV-2, DEV-3, ..., DEV-N. A partir de la baliza, DEV-1 ha aprendido todo sobre el resto de DEV miembros de la pico-red. Con el fin de que DEV-1 se comunique con DEV-2 o DEV-3, ... DEV-N de manera eficaz en el CAP, como cada DEV puede tener múltiples direcciones de transmisión o recepción y cada DEV no sabe qué dirección utilizar al transmitir o recibir en el CAP, todos los DEV que no son omnidireccionales y que están interesados en comunicarse entre sí deben entrenarse entre sí.

**[0064]** En un aspecto, la secuencia de entrenamiento para DEV-1 se consigue de la siguiente manera. Supongamos que DEV-j (j = 1, 2, ..., N) tiene MT(j) direcciones de transmisión aproximadas y MR(j) direcciones de recepción aproximadas.

- 5 1. DEV-1 (o, alternativamente, el PNC) calcula el número máximo, NR, de las direcciones de recepción aproximadas de DEV-2, DEV-3, ... DEV-N, donde:

$$NR = \max(MR(2), MR(3), \dots, MR(N))$$

- 10 En un aspecto de la divulgación, si el PNC está configurado para calcular el número máximo NR de direcciones de recepción aproximadas de DEV-2, DEV-3, ..., DEV-N, DEV-1 solo necesita transmitir la lista de dispositivos que está interesado en entrenar (por ejemplo, DEV-2, DEV-3, ..., DEV-N) al PNC.

- 15 2. DEV-1 solicita una CTA al PNC, informando al PNC de que desea entrenar a DEV-2, DEV-3, ..., DEV-N. En un aspecto de la divulgación, el entrenamiento equivale a localizar el mejor par de direcciones de transmisión y recepción aproximadas (o precisas) entre DEV-1 y cada uno entre DEV-2, DEV-3, ..., DEV-N.

- 20 3. La duración de la CTA es calculada por DEV-1 (o, de manera alternativa, por el PNC) como al menos  $NR \times MT(1) \times T$ , donde T es la duración del paquete de entrenamiento, incluyendo el tiempo de guardia. La duración de la CTA también puede incluir una duración para una etapa de retro-alimentación. Si el PNC calcula la duración de la CTA, DEV-1 solo necesita transmitir la lista de dispositivos a entrenar (por ejemplo, DEV-2, DEV-3, ..., DEV-N).

- 25 4. El PNC asigna (es decir, concede) una CTA para DEV-1 para el entrenamiento.

5. El PNC difunde en la baliza la asignación de CTA que indica que el origen es DEV-1, y el destino se difunde (si se deben entrenar todos los dispositivos) o un grupo de destino que incluye DEV-2, DEV-3, ..., DEV-N (si solo un subconjunto de los dispositivos han de ser entrenados).

- 30 6. DEV-1 transmite los paquetes de entrenamiento durante la CTA asignada, y DEV-2, DEV-3, ..., DEV-N deberían recibir el entrenamiento durante la CTA, como se ilustra en la figura 7.

**[0065]** Se debe observar que, en un aspecto de la divulgación, aunque se mencionan direcciones aproximadas, las direcciones también pueden ser direcciones precisas, en las que se realizan separaciones más pequeñas entre direcciones.

**[0066]** Cada baliza Q-Omni puede llevar un elemento de información de conformación de haces 2140, tal como se muestra en la figura 21A para transmitir la estructura de las balizas de conformación de haces a todos los dispositivos que escuchan al PNC. Una vez que un dispositivo decodifica una cualquiera de las balizas Q-omni durante cualquier supertrama, es capaz de comprender todo el ciclo de conformación de haces. En un aspecto, el elemento de información de conformación de haces 2140 incluye un campo de Identificador de baliza Q-omni actual 2150, un campo del número de balizas Q-omni (por ejemplo, el valor L1 de la estructura de trama 500 de la figura 5) 2152, un campo de longitud 2154 que contiene el número de octetos en el elemento de información y un campo de Identificador de elemento 2156, que es el identificador del elemento de información. El campo de Identificador de baliza Q-omni actual 2150 contiene un número que identifica el número/la posición de la baliza Q-omni actual que se está transmitiendo en la supertrama actual con respecto al campo del número de balizas Q-omni 2152 en la supertrama. Un dispositivo, utilizando el número contenido en el campo de Identificador de baliza Q-omni actual 2150, sabrá desde qué dirección Q-omni escuchó la baliza.

**[0067]** La figura 21B ilustra un elemento de información de supertrama 2160 que se transmite con el elemento de información de conformación de haces 2140, e incluye un campo de dirección de PNC 2162, un campo de respuesta de PNC 2164, una modalidad de pico-red 2166, un nivel máximo de potencia de transmisión 2168, un campo de duración de S-CAP 2170, un campo del número de periodos S-CAP 2172, un campo de tiempo de finalización de CAP 2174, un campo de duración de supertrama 2176 y un testigo temporal 2178.

**[0068]** Las figuras 22A y 22B ilustran dos enfoques para una operación de conformación de haces por dispositivos de acuerdo a diversos aspectos de la divulgación. La figura 22A está orientada a un proceso de conformación de haces 2200 de un dispositivo con capacidades de recepción omnidireccional. En la etapa 2202, el dispositivo omnidireccional solo necesita detectar las balizas Q-omni de una supertrama. Si el dispositivo no es omnidireccional, el dispositivo necesita realizar un barrido sobre todas sus direcciones recibidas escuchando una o más supertramas para detectar la baliza. Tras la detección de las balizas Q-omni, el dispositivo almacena un factor de calidad de enlace (LQF) en la etapa 2204 para cada una de las balizas Q-omni. A continuación, en la etapa 2206, el dispositivo ordena los L QF, [LQF(1),..., LQF(L)], e identifica la mejor dirección 1 del PNC, correspondiente al mayor LQF:

$$1 = \arg\{\max[LQF(i)]\}$$

$i = 1 : L$

5 **[0069]** En un aspecto, el LQF se basa en al menos una entre una intensidad de señal, una razón entre señal y ruido y una razón entre señal y ruido más interferencia. En otro aspecto, el LQF también podría basarse en cualquier combinación de los factores antes mencionados.

10 **[0070]** En la etapa 2208, el dispositivo se asocia al PNC durante el  $i$ -ésimo CAP de la supertrama actual y, en la etapa 2210, informa al PNC de que todas las comunicaciones adicionales deberían tener lugar con el PNC utilizando su  $i$ -ésima dirección Q-omni. El dispositivo aún puede rastrear el conjunto de las  $L$  mejores direcciones monitorizando las correspondientes balizas S-omni cada  $Q$  supertramas. Si se encuentra una dirección (por ejemplo, la  $r$ -ésima dirección S-omni) con un mejor LQF, el dispositivo puede informar al PNC para que transmita el siguiente paquete utilizando la  $r$ -ésima dirección S-omni, codificándola en el campo "PRÓXIMA DIRECCIÓN" en el encabezado PHY.

15 **[0071]** La conformación de haces bajo demanda se puede realizar entre dos dispositivos, o entre un PNC y un dispositivo. En un aspecto de la divulgación, la conformación de haces bajo demanda se lleva a cabo en la CTA asignada al enlace entre dos dispositivos. Cuando un dispositivo se está comunicando con múltiples dispositivos, se utiliza el mismo protocolo de mensajería que el protocolo de mensajería de conformación de haces proactiva. En este caso, la CTA desempeñará la función del período de baliza durante la fase de conformación de haces, y se utilizará para la comunicación de datos a partir de ese momento. En el caso en que solo se comunican dos dispositivos, dado que la CTA es un enlace directo entre ellos, es posible emplear un protocolo de mensajería de conformación de haces bajo demanda más colaborativo e interactivo.

25 **[0072]** La figura 7 ilustra una estructura de supertrama 700 que tiene una baliza 750, un CAP 760 y un CTAP 780. La estructura de supertrama 700 ilustra una secuencia de entrenamiento en la que DEV-1 ha solicitado una asignación con el fin de entrenar a DEV-2, DEV-3, ..., DEV-N, y el PNC ha concedido una CTA 784 a DEV-1 para llevar a cabo el entrenamiento. Durante la CTA 784, DEV-1 entrena a DEV-2, DEV-3, ..., DEV-N utilizando  $L$  ciclos 730-1 a 730-L, donde  $L = MT(1)$ , el número total de direcciones de transmisión aproximadas de DEV-1. Cada ciclo está seguido por una respectiva separación entre tramas (IFS) (es decir, tiempo de guardia) 720-1 a 720-L. En un aspecto, se incluye una etapa de retro-alimentación 730, durante la cual los resultados del entrenamiento se envían de vuelta a DEV-1 desde DEV-2, DEV-3, ..., DEV-N, como se describe adicionalmente en el presente documento.

35 **[0073]** En un aspecto, durante cada ciclo, DEV-1 transmite un número  $n$  de paquetes de entrenamiento en una dirección de transmisión aproximada particular, donde  $n = NR$ , el número de direcciones de recepción aproximadas de un DEV, entre todos los dispositivos DEV-2, DEV-3, ..., DEV-N, que tiene el mayor número de direcciones de recepción aproximadas. Por ejemplo, si DEV-4 tiene tres (3) direcciones de recepción aproximadas, que son iguales o mayores que cualquiera de la serie de direcciones de recepción aproximadas de los otros DEV entre DEV-2, DEV-3, DEV-5 ... DEV-N, entonces  $n = NR = 3$ . Por tanto, DEV-1 transmitirá tres (3) paquetes de entrenamiento. Esta transmisión repetitiva permite a todos los DEV DEV-2, DEV-3, ... DEV-N barrer sus direcciones de recepción aproximada. En otras palabras, DEV-1 tiene que transmitir suficientes paquetes de entrenamiento durante cada ciclo para permitir que todos los dispositivos intenten detectar un paquete de entrenamiento sobre todas sus respectivas direcciones de entrenamiento aproximadas.

45 **[0074]** La figura 8 ilustra una serie de transmisiones 800 para un ciclo generalizado, ciclo  $\#k$ , durante el entrenamiento por DEV-1 de DEV-2, DEV-3, ..., DEV-N. La ilustración de la transmisión de los  $n$  paquetes de entrenamiento para el ciclo  $\#k$  se muestra como las transmisiones 810-1 a 810-n. Cada transmisión está seguida por un IFS (es decir, tiempo de guardia) respectivo 820-1 a 820-n. En un aspecto, cada paquete de entrenamiento es idéntico. Como se ha expuesto anteriormente, el número  $n$  de paquetes de entrenamiento es igual a  $NR$ , el mayor número de direcciones de entrenamiento de todos los DEV a entrenar. Se pueden utilizar varios enfoques para la estructura del paquete de entrenamiento. Así pues, por ejemplo, si los paquetes de entrenamiento incluyen solo la parte de preámbulo (es decir, sin partes de encabezado o de carga útil), entonces el conjunto de  $n$  paquetes de entrenamiento dentro de un ciclo puede configurarse en un único gran paquete de entrenamiento. En un aspecto de la divulgación, la longitud total del único gran paquete de entrenamiento sería idéntica en longitud al tiempo que se tardaría en transmitir múltiples paquetes de solo preámbulo, incluyendo la IFS u otra separación entre paquetes. Por ejemplo, para conseguir la misma longitud, el único gran paquete de entrenamiento puede incluir más secuencias repetitivas para llenar la parte que normalmente ocupa la IFS. Utilizar el enfoque de un único gran paquete de entrenamiento proporciona más flexibilidad a los dispositivos que se están entrenando, ya que hay más tiempo en general para la detección y la recepción del único gran paquete de entrenamiento. Por ejemplo, un dispositivo que se está entrenando puede realizar el barrido más despacio (es decir, ampliar el tiempo en que el dispositivo escucha en una dirección particular) y tener una mejor precisión de medición porque se capturan más muestras del preámbulo. Como otro ejemplo, si un dispositivo puede realizar barridos más rápidos, entonces el dispositivo puede completar el entrenamiento e ingresar a una modalidad de ahorro de energía durante el resto de la transmisión del único gran paquete de entrenamiento.

65 **[0075]** La figura 9 ilustra un ejemplo de un ciclo de una secuencia de entrenamiento para un DEV-1 que tiene seis (6) direcciones de transmisión, un DEV-2 que tiene seis (6) direcciones de recepción y un DEV-3 que tiene dos (2)

direcciones de recepción. Como se muestra, durante cada ciclo, el DEV-1 transmite una serie de seis paquetes de entrenamiento #1 a #6, todos en la misma dirección para DEV-1, uno a la vez durante un período 902-1 a 902-6, respectivamente. Cada uno de los otros DEV, DEV-2 y DEV-3, escucharán uno de los paquetes de entrenamiento enviados por DEV-1 utilizando una dirección de recepción diferente durante cada período. Por ejemplo, como se puede ver para DEV-2, durante el período 902-1, DEV-2 escuchará el paquete de entrenamiento #1 procedente de DEV-1 en una dirección de recepción 1 de 6 (RX 1/6) y DEV-3 escuchará el paquete de entrenamiento #1 procedente de DEV-1 en una dirección de recepción 1 de 2 (RX 1/2). En el período 902-2, DEV-2 escuchará el paquete de entrenamiento #2 procedente de DEV-1 en una dirección de recepción 2 de 6 (RX 2/6) y DEV-3 escuchará el paquete de entrenamiento #2 procedente de DEV-1 en una dirección de recepción 2 de 2 (RX 2/2). Presumiblemente, DEV-3 habrá escuchado el paquete de entrenamiento #1 procedente de DEV-1 durante el período 902-1, e identificará que su mejor dirección de recepción es RX 1/2. En el período 902-3 hasta el período 902-6, DEV-2 continuará a la escucha de los paquetes de entrenamiento procedentes de DEV-1 en las respectivas direcciones de recepción indicadas. Sin embargo, DEV-3 puede dejar de escuchar los paquetes de entrenamiento procedentes de DEV-1, ya que ha agotado todas las direcciones de recepción posibles. Durante el período 902-6, DEV-2 escuchará el paquete de entrenamiento #6 procedente de DEV-1 y, por lo tanto, identificará que su mejor dirección de recepción para recibir la transmisión desde DEV-1 es RX 6/6. Se debería observar que, aunque el barrido realizado por cada DEV-2 y DEV-3 se realiza en el sentido de las agujas del reloj, no es necesario seguir ningún patrón específico por parte de ninguno de los DEV, en términos de dirección o secuencia de barrido de las direcciones de antena. Se debería observar que la mejor dirección de recepción detectada por DEV-2 es solo una ilustración de la mejor detectada durante un ciclo y no es necesariamente la mejor dirección de recepción global, ya que la búsqueda de la mejor debe ser para los seis ciclos desde DEV-1.

**[0076]** La figura 10 ilustra una estructura del paquete de entrenamiento 1000, configurada de acuerdo a un aspecto de la divulgación, que puede ser transmitida por un DEV de entrenamiento, donde la estructura del paquete de entrenamiento 1000 sencillamente incluye una parte de preámbulo sin un cuerpo de trama. Si se ha de incluir un cuerpo de trama, debería comprender la dirección de origen, es decir, la dirección de DEV-1 y, optativamente, la o las direcciones de destino. La estructura del paquete de entrenamiento 1000 incluye un campo de secuencia de sincronización de paquete (SYNC) 1010, un campo delimitador de trama inicial (SFD) 1040 y un campo de secuencia de estimación de canal (CES) 1080. En un aspecto, el campo de secuencia de SYNC 1010 incluye un patrón repetitivo de secuencias de Golay de longitud 128, mientras que el campo CES 1080 incluye un par de secuencias de Golay modificadas complementarias, va 1082-1 y vb 1082-2, generadas a partir de dos secuencias de Golay complementarias de longitud 512, a y b, que pueden construirse a partir de las secuencias de Golay de longitud 128. El campo de secuencia de SYNC 1010 está separado del campo CES 1080 por el campo SFD 1040, que incluye un patrón de secuencias de Golay que rompe la repetición del campo de secuencia de SYNC 1010. El campo SFD es optativo, ya que el CES puede realizar una doble función. De manera optativa, se puede incluir una parte de encabezado que incluye al menos la dirección de origen y, de manera optativa, todas las direcciones de destino. Como se expone en el presente documento, el conjunto de n paquetes de entrenamiento dentro de un ciclo se puede configurar en un único gran paquete de entrenamiento construido, a modo de ejemplo y no de limitación, a partir de un campo SYNC muy largo, que en un aspecto de la divulgación es un patrón repetitivo de la secuencia m de Golay de longitud 128 multiplicada n veces.

**[0077]** Como se ha expuesto anteriormente, volviendo a usar como referencia la figura 7, durante la etapa de retro-alimentación 730, cada uno entre DEV-2, DEV-3, ..., DEV-N informa a DEV-1 de la mejor dirección de transmisión aproximada de DEV-1 y, optativamente, su mejor dirección de recepción aproximada. Como hay N dispositivos en total DEV-1, DEV-2, DEV-3, ..., DEV-N, hay N-1 retro-alimentaciones, una por DEV-j (j = 2, ..., N). Una secuencia de tramas 1100 para lograr la retro-alimentación desde cada DEV se ilustra en la figura 11, que incluye una parte de retro-alimentación mostrada como una retro-alimentación de DEV-2 1110-2 hasta una retro-alimentación de DEV-N 1110-N. Cada parte de retro-alimentación es seguida por una IFS 1120-2 a 1120-N. En un aspecto de la divulgación, donde DEV-1 no es omnidireccional en su recepción, DEV-1 tendrá que quedar a la escucha, en cada una de sus posibles direcciones de recepción, de retro-alimentación desde cada uno de los DEV. Por ejemplo, DEV-1 recorrerá todas las direcciones de recepción posibles, mientras cada uno de los DEV DEV-2, DEV-3, ..., DEV-N transmite su retro-alimentación a DEV-1. En un aspecto de la divulgación, este procedimiento de retro-alimentación funciona de manera óptima si el canal entre DEV-1 y cada uno de los DEV es recíproco, o si cada uno de los DEV tiene capacidad omnidireccional en la transmisión. Si el canal entre DEV-1 y cualquier DEV es recíproco, la mejor dirección desde DEV-1 a ese DEV se utilizará para proporcionar retro-alimentación desde ese DEV a DEV-1. En el caso en el que los DEV no tienen capacidad omnidireccional en la transmisión o si el canal no es recíproco, es preferible que DEV-1 entrene a cada uno de DEV-2, DEV-3, ... DEV-N individualmente. En un aspecto de la divulgación, por ejemplo, una sesión de entrenamiento entre DEV-1 y DEV-2 incluiría un barrido de entrenamiento desde DEV-1 a DEV-2 en L1 ciclos (L1 es el número de direcciones de transmisión de DEV-1) seguido por un barrido de entrenamiento desde DEV-2 a DEV-1 en L2 ciclos (L2 es el número de direcciones de transmisión de DEV-2) seguido por una retro-alimentación en un barrido de DEV-1 a DEV-2 seguido por una retro-alimentación desde DEV-2 a DEV-1. Se debe observar que una de las retro-alimentaciones puede integrarse con el entrenamiento de barrido. Se pueden utilizar diversas soluciones para la retro-alimentación. Así pues, por ejemplo, si el canal es recíproco y DEV-1 ha entrenado a DEV-2 y DEV-3, entonces podría no ser necesario que DEV-2 y DEV-3 entrenen de nuevo a DEV-1 ya que el trayecto de DEV-1 a DEV-2 es el mismo que el trayecto de DEV-2 a DEV-1, y el trayecto de DEV-1 a DEV-3 es el mismo que el trayecto de DEV-3 a DEV-1. De manera alternativa, si cada dispositivo entrena al resto de dispositivos en la lista,

entonces la etapa de retro-alimentación puede omitirse si el canal es recíproco.

**[0078]** Al final de la secuencia de entrenamiento, cada DEV entre DEV-2, DEV-3, ..., DEV-N habrá determinado una respectiva mejor dirección de transmisión aproximada desde DEV-1 y su propia mejor dirección de recepción aproximada. En otras palabras, al final de la secuencia de entrenamiento, cada DEV entre DEV-2, DEV-3, ..., DEV-N puede identificar la mejor dirección aproximada desde la cual DEV-1 debería transmitir, así como la mejor dirección aproximada desde la cual el DEV particular debería escuchar (es decir, recibir la transmisión).

**[0079]** Después de que DEV-1 ha realizado su entrenamiento, los otros DEV (DEV-2, DEV-3, ..., DEV-N) solicitarán su propia CTA al PNC para los mismos fines de entrenamiento. Al final de todos los entrenamientos, cada par de los DEV (DEV-1, DEV-2, DEV-3, ..., DEV-N) habrá determinado el mejor par de direcciones aproximadas en ambos enlaces directo e inverso.

**[0080]** El resultado del entrenamiento es útil en la transmisión de información entre cada DEV. Esto es particularmente aplicable al CAP en un aspecto de la divulgación. Supóngase que DEV-1 desea transmitir un paquete a DEV-2 durante un CAP particular. DEV-1 sabe qué dirección utilizar para transmitir a DEV-2. Sin embargo, DEV-2 no sabe qué DEV está transmitiendo y, por lo tanto, no puede dirigir su antena en la dirección correcta. Para abordar esto, en un aspecto DEV-2 escucha durante un breve período de tiempo en cada una de sus direcciones de recepción. En un aspecto, el breve período de tiempo debería ser lo suficientemente largo como para detectar la presencia de un preámbulo, tal como el lapso para realizar una valoración de canal despejado (CCA), por ejemplo.

**[0081]** Según lo ilustrado en la figura 12, DEV-2 continuará conmutando de una dirección de recepción aproximada a otra (es decir, realizando un barrido por algunas de, o todas, las direcciones de recepción aproximadas en cada ciclo), desde la dirección de recepción aproximada #1 a #P, donde  $P = MR(2)$ , el número de posibles direcciones de recepción aproximadas de DEV-2, hasta que detecta la presencia de un preámbulo 1220 de un paquete 1200 transmitido desde DEV-1. Esto se ilustra mediante 1230-1 a 1230-P para cada ciclo. Se debería observar que DEV-2 podría realizar el barrido solo sobre un subconjunto de sus direcciones de recepción aproximadas, correspondientes a las direcciones de recepción de orígenes potenciales, es decir, un ciclo de barrido consiste solamente en un subconjunto de las direcciones de recepción generales. Por ejemplo, si DEV-2 ha realizado el entrenamiento solo con DEV-1 y DEV-3, entonces DEV-2 podría conmutar continuamente (es decir, múltiples ciclos) entre solo dos direcciones de recepción aproximadas (por ciclo) correspondientes a las mejores direcciones de recepción de DEV-1 y DEV-3 hasta que detecte el preámbulo o se agote el tiempo de espera. Una vez que se detecta el preámbulo 1220, DEV-2 no necesita probar las otras direcciones aproximadas. Sin embargo, la detección de un preámbulo no significa que DEV-2 haya obtenido su mejor dirección de recepción. La detección solo significa que DEV-2 ha hallado una dirección de recepción que mínimamente le permite recibir el paquete. Esta dirección de recepción se denomina dirección de recepción de trabajo. Como se expone en el presente documento, una dirección de trabajo puede ser la primera dirección detectada durante el barrido con una calidad de enlace suficiente para permitir la finalización de la recepción del paquete. En un aspecto de la divulgación, el DEV transmisor (por ejemplo, DEV-1) puede incorporar la mejor dirección de recepción de DEV-2 en un encabezado 1240 del paquete 1200. En otro aspecto, como tanto DEV-1 como DEV-2 han determinado los mejores pares de direcciones aproximadas de transmisión y recepción entre sí durante el período de entrenamiento, DEV-2 debería poder determinar la mejor dirección de recepción aproximada una vez que ha determinado el DEV que está intentando enviarle el paquete, que, en este caso, es DEV-1. De cualquier forma, una vez que DEV-2 decodifica el encabezado del paquete enviado por DEV-1, sabe su mejor dirección de recepción y puede conmutar a esa dirección para recibir el paquete.

**[0082]** Un DEV que desea transmitir un paquete en el CAP puede utilizar el mismo procedimiento de barrido de múltiples ciclos para detectar si el medio está inactivo o si es posible otra transmisión en el medio. En un aspecto de la divulgación, si DEV-2 desea transmitir un paquete a otro DEV, el DEV-2 puede, en primer lugar, detectar y medir la energía realizando un barrido sobre diferentes direcciones. Según lo ilustrado en la figura 13, durante un período de transmisión 1300 de un paquete con una parte de preámbulo 1320 y una parte de encabezado/carga útil 1340, si DEV-2 detecta que el medio está inactivo (es decir, no se detecta ningún preámbulo o bien la energía máxima detectada está por debajo de un umbral dado), entonces puede transmitir el paquete al DEV deseado. Si, por otro lado, DEV-2 determina que el medio está ocupado, retrocederá y reiniciará la detección de nuevo posteriormente. DEV-2 continuará conmutando desde una dirección de recepción aproximada a otra (es decir, realizando un barrido por algunas de, o todas, las direcciones de recepción aproximadas por ciclo), desde direcciones de recepción aproximadas en el intervalo #1 a #P, donde  $P = MR(2)$ , el número de posibles direcciones de recepción aproximadas de DEV-2, hasta que se agote el tiempo de espera o detecte la presencia de energía como se ilustra en 1330-1 a 1330-P. En otro aspecto de la descripción, DEV-2 puede detectar el medio en solo dos direcciones, es decir, la dirección de recepción de DEV-2 desde el DEV de destino y una dirección de recepción correspondiente a la dirección de transmisión de DEV-2. Si DEV-2 no detecta ningún preámbulo o energía en estas dos direcciones, podría transmitir un paquete al DEV de destino, en cuyo caso otros dos dispositivos podrían estar comunicándose al mismo tiempo en otro conjunto de direcciones casi no interferentes, logrando así reutilización espacial.

**[0083]** En un aspecto de la divulgación, los dispositivos se comunicarán con otros por canales lógicos. Un canal lógico es una ruta de comunicación no dedicada dentro de un canal de frecuencia físico entre dos o más dispositivos. Por lo tanto, en un canal de frecuencia físico, pueden existir múltiples canales lógicos, lo que significa que pueden

producirse múltiples transmisiones simultáneas. Se considera que un canal lógico está disponible entre un primer dispositivo y un segundo dispositivo si la dirección de transmisión desde el primer dispositivo al segundo dispositivo no causa ninguna interferencia o causa una interferencia aceptable a otros canales lógicos activos (es decir, que funcionan en el tiempo de transmisión actual). Como un ejemplo de canales lógicos, un dispositivo DEV-1 puede transmitir a otro dispositivo DEV-2 en la dirección del haz horizontal y DEV-3 puede transmitir a DEV-4 en la dirección del haz vertical al mismo tiempo. Debería ser obvio que el uso de múltiples canales lógicos permite la reutilización espacial.

**[0084]** La figura 14 ilustra un aparato de entrenamiento 1400 que puede utilizarse con diversos aspectos de la divulgación, incluyendo el aparato de entrenamiento 1400 el módulo de asignación temporal de canal (CTA) 1402 para transmitir una petición de asignación de tiempo de canal desde un primer dispositivo a un segundo dispositivo, en donde la petición de asignación de tiempo de canal comprende una lista de dispositivos a ser entrenados por el primer dispositivo; un módulo de recepción de concesión de CTA 1404 que recibe una asignación de tiempo de canal concedida por el segundo dispositivo; y un módulo de transmisión de paquetes de entrenamiento 1406 que transmite, desde el primer dispositivo, al menos un paquete de entrenamiento a al menos un dispositivo en la lista de dispositivos a entrenar durante la asignación de tiempo de canal, concedida por el segundo dispositivo.

**[0085]** La figura 15 ilustra un aparato receptor 1500 que puede utilizarse con diversos aspectos de la divulgación, incluyendo el aparato receptor 1500 un módulo de detección de preámbulo 1502 que detecta al menos una parte de un preámbulo de un paquete transmitido por un primer dispositivo, realizando un barrido sobre una pluralidad de direcciones de recepción; un módulo de dirección de recepción preferente 1504 que completa la recepción del paquete basándose en una dirección de recepción preferida que se estableció durante una sesión de entrenamiento con el primer dispositivo; y un módulo decodificador de paquetes 1506 que recibe y decodifica un encabezado 1 del paquete basándose en una primera dirección de recepción para identificar que el primer dispositivo había transmitido el paquete.

**[0086]** La figura 16 ilustra un aparato de asignación de tiempo de canal 1600 que puede utilizarse con diversos aspectos de la divulgación, incluyendo el aparato de asignación de tiempo de canal 1600 un módulo de recepción de petición de CTA 1602 que recibe, en un primer dispositivo, una petición de asignación de canal desde un segundo dispositivo, en donde la petición comprende una lista de dispositivos a ser entrenados por el segundo dispositivo; y un módulo de transmisión de baliza 1604 que transmite una baliza desde el primer dispositivo, comprendiendo la baliza una asignación de canal para el segundo dispositivo basándose en la petición de asignación de canal.

**[0087]** La figura 17 ilustra un aparato de petición de asociación 1700 que puede utilizarse con diversos aspectos de la divulgación para asociar un primer dispositivo a un segundo dispositivo, incluyendo el aparato de transmisión de petición de asociación 1700 un módulo de transmisión de petición de asociación 1702 que transmite, desde el primer dispositivo al segundo dispositivo, al menos una petición de asociación que incluye una pluralidad de paquetes, transmitiéndose cada paquete, respectivamente, en una dirección diferente; un módulo de detección de respuesta de asociación 1704 que detecta una respuesta de asociación del segundo dispositivo; y un módulo de dirección de transmisión preferida 1706 que determina una dirección preferida de transmisión del primer dispositivo al segundo dispositivo, basándose en la respuesta de asociación.

**[0088]** La figura 18 ilustra un aparato de petición de asociación 1800 que puede utilizarse con diversos aspectos de la divulgación para asociar un primer dispositivo a un segundo dispositivo, incluyendo el aparato de petición de asociación 1800 un módulo de obtención de la dirección de transmisión preferida desde el segundo dispositivo al primer dispositivo 1802, que obtiene una dirección de transmisión preferida desde el segundo dispositivo al primer dispositivo; un módulo de determinación de dirección de transmisión preferida 1804 que determina una dirección de transmisión preferida desde el primer dispositivo al segundo dispositivo, basándose en la obtención de la dirección de transmisión preferida desde el segundo dispositivo al primer dispositivo; y un módulo de transmisión de petición de asociación 1806 que transmite al segundo dispositivo al menos una petición de asociación que comprende al menos un paquete entre una pluralidad de paquetes generados por el primer dispositivo, siendo transmisible cada paquete, respectivamente, en una dirección diferente; en donde el al menos un paquete comprende información relacionada con la dirección determinada de transmisión preferida desde el primer dispositivo al segundo dispositivo.

**[0089]** La figura 19 ilustra un aparato de valoración de canal 1900 que puede utilizarse con diversos aspectos de la divulgación, incluyendo el aparato de valoración de canal 1900 un módulo de determinación de canal despejado 1902 que determina si un canal lógico está disponible para la transmisión realizando un barrido sobre una pluralidad de direcciones de recepción; y un módulo de transmisión de datos 1904 que transmite datos si el canal lógico está disponible.

**[0090]** Además, varios aspectos descritos en el presente documento pueden implementarse como un procedimiento, aparato o artículo de fabricación, usando técnicas estándar de programación y/o de ingeniería. El término "artículo de fabricación", tal como se usa en el presente documento, pretende abarcar un programa informático accesible desde cualquier dispositivo, portadora o medio legible por ordenador. Por ejemplo, los medios legibles por ordenador pueden incluir, pero no están limitados a, dispositivos de almacenamiento magnético, discos ópticos, discos versátiles digitales, tarjetas inteligentes y dispositivos de memoria flash.

5 **[0091]** La divulgación no pretende limitarse a los aspectos preferidos. Además, los expertos en la técnica deberían reconocer que los aspectos del procedimiento y del aparato descritos en el presente documento se pueden implementar de varias formas, incluyendo implementaciones en hardware, software, firmware o varias combinaciones de los mismos. Los ejemplos de dicho hardware pueden incluir los ASIC, las formaciones de compuertas programables en el terreno, los procesadores de propósito general, los DSP y/u otros circuitos. Las implementaciones de software y/o firmware de la divulgación pueden implementarse mediante cualquier combinación de lenguajes de programación, incluidos Java, C, C++, Matlab™, Verilog, VHDL y/o lenguajes de máquina y ensamblador específicos del procesador.

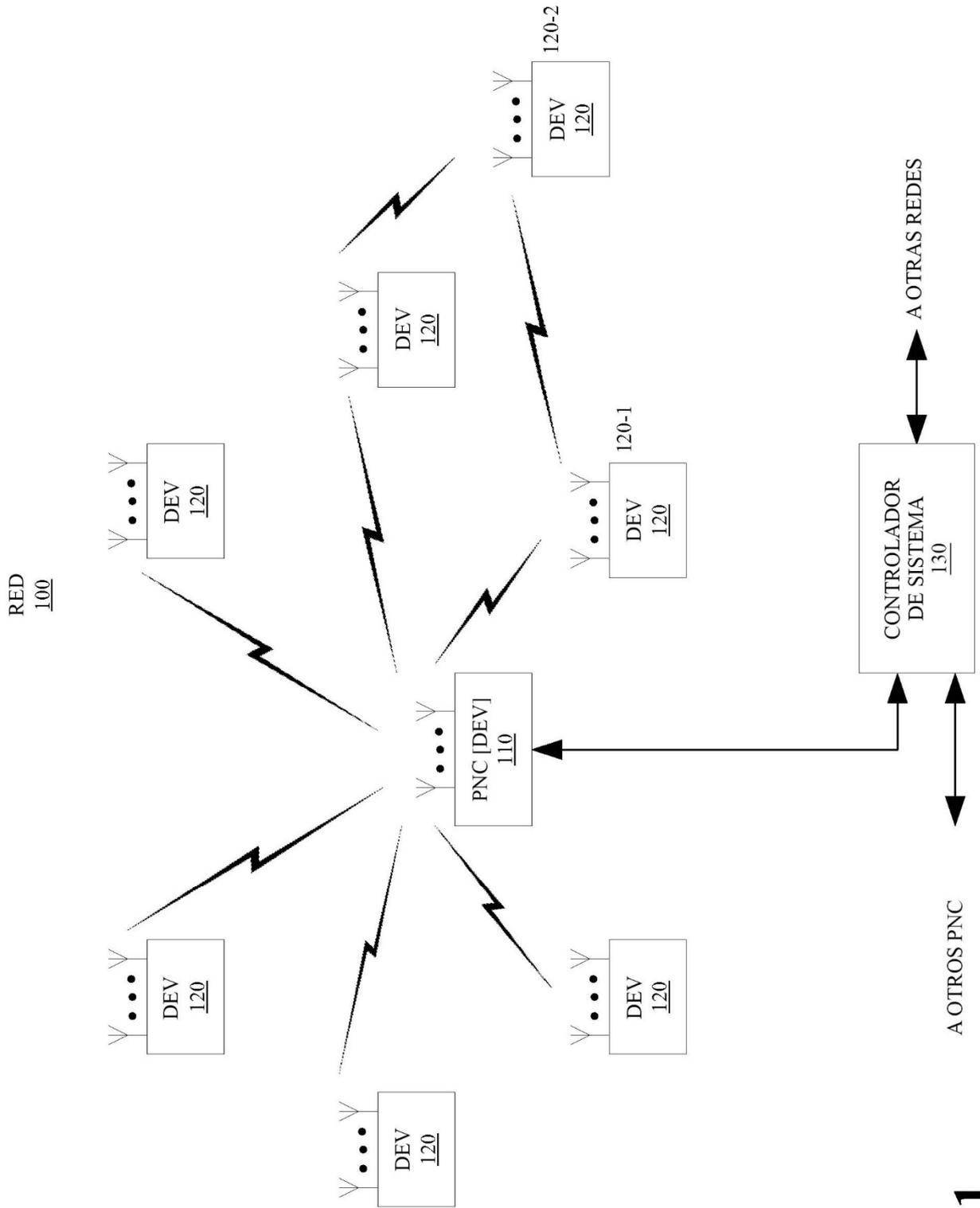
10 **[0092]** Los expertos en la técnica apreciarán además que los diversos bloques lógicos, módulos, procesadores, medios, circuitos y etapas de algoritmo ilustrativos, descritos en relación con los aspectos divulgados en el presente documento pueden implementarse como hardware electrónico (por ejemplo, una implementación digital, una implementación analógica o una combinación de las dos que pueda diseñarse utilizando codificación de fuente o alguna otra técnica), como diversas formas de código de programa o de diseño que incluyan instrucciones (que pueden denominarse en el presente documento, por comodidad, "software" o "módulo de software") o como combinaciones de ambos. Para ilustrar claramente esta intercambiabilidad de hardware y software, anteriormente se han descrito, en general, diversos componentes, bloques, módulos, circuitos y etapas ilustrativos desde el punto de vista de su funcionalidad. Si dicha funcionalidad se implementa como hardware o software depende de la aplicación y las restricciones de diseño particulares impuestas al sistema global. Los expertos en la técnica pueden implementar la funcionalidad descrita de varias maneras para cada aplicación particular, pero no se debería interpretar que dichas decisiones de implementación suponen apartarse del alcance de la presente divulgación.

25 **[0093]** Los diversos bloques lógicos, módulos y circuitos ilustrativos descritos en relación con los aspectos divulgados en el presente documento pueden implementarse dentro de, o realizarse mediante, un circuito integrado (IC), un terminal de acceso o un punto de acceso. El IC puede comprender un procesador de propósito general, un procesador de señales digitales (DSP), un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), una formación de compuertas programables en el terreno (FPGA) u otro dispositivo lógico programable, compuerta discreta o lógica de transistores, componentes de hardware discretos, componentes eléctricos, componentes ópticos, componentes mecánicos, o cualquier combinación de los mismos diseñada para realizar las funciones que se describen en el presente documento, y que pueden ejecutar códigos o instrucciones que residen dentro del IC, fuera del IC, o en ambos casos. Un procesador de uso general puede ser un microprocesador pero, de forma alternativa, el procesador puede ser cualquier procesador, controlador, micro-controlador o máquina de estados convencional. Un procesador también puede implementarse como una combinación de dispositivos informáticos, por ejemplo, una combinación de un DSP y un microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores junto con un núcleo de DSP o cualquier otra configuración de este tipo.

40 **[0094]** Los expertos en la técnica deberían apreciar que los diagramas de bloques en este documento representan vistas conceptuales de circuitos, algoritmos y etapas funcionales ilustrativos, que realizan los principios de la divulgación. Asimismo, debería apreciarse que los organigramas, diagramas de flujo, diagramas de señales, diagramas de sistema, códigos y similares cualesquiera representan varios procesos que pueden representarse esencialmente en un medio legible por ordenador y, por lo tanto, ser ejecutados por un ordenador o procesador, independientemente de que tal ordenador o procesador se muestre o no explícitamente.

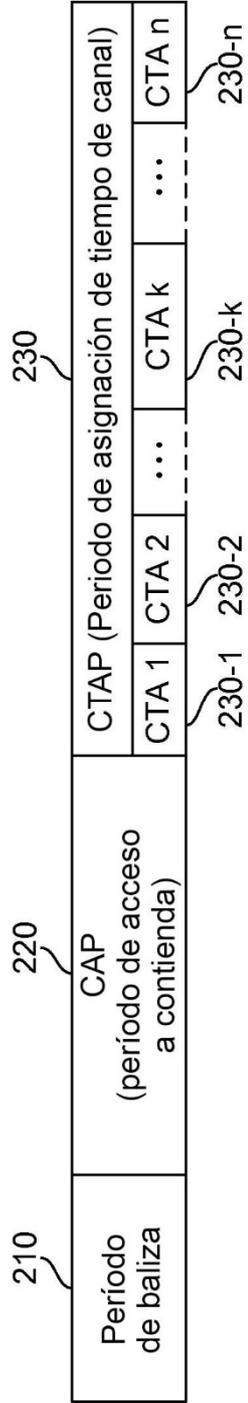
**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento de comunicación inalámbrica que comprende:
- 5           determinar, mediante un primer dispositivo, un conjunto de direcciones de antena discretas para la comunicación con una pluralidad de dispositivos, incluyendo el conjunto de direcciones de antena discretas una primera dirección de antena óptima para transmitir señales a un segundo dispositivo y una segunda dirección de antena óptima diferente a la primera dirección de antena óptima, siendo la segunda dirección de antena óptima para recibir señales desde el segundo dispositivo;
- 10           determinar, mediante el primer dispositivo, si un canal de comunicación está despejado para la transmisión al segundo dispositivo, efectuándose la determinación solo con respecto a la primera dirección de antena óptima y a la segunda dirección de antena óptima, y que comprende
- 15           realizar un barrido de ciclos múltiples de la primera dirección de antena óptima (1330-1 a 1330-P) y la segunda dirección de antena óptima (1330-1 a 1330-P); y
- determinar que el canal de comunicación está despejado basándose en la ausencia de un preámbulo de un paquete en el canal de comunicación o una determinación de que una energía máxima detectada en el canal de comunicación está por debajo de un umbral definido; y
- 20           transmitir, por el primer dispositivo, datos al segundo dispositivo, si el canal de comunicación está despejado.
- 25   2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que los datos comprenden un paquete de datos.
3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que determinar el conjunto de direcciones de antena discretas para la comunicación con la pluralidad de dispositivos comprende recibir, por parte del primer dispositivo, información de capacidades de conformación de haces, asociada a uno o más dispositivos de la pluralidad de dispositivos, comprendiendo la información de capacidades de conformación de haces una serie de direcciones de transmisión y recepción aproximadas y una serie de niveles de conformación de haces de cada uno de los uno o más dispositivos de la pluralidad de dispositivos.
- 30           4. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la realización del barrido de ciclos múltiples de la primera dirección de antena óptima y la segunda dirección de antena óptima comprende alternar períodos de detección de energía con respecto a la primera dirección de antena óptima y la segunda dirección de antena óptima, dentro de cada ciclo del barrido de ciclos múltiples.
- 35           5. Un aparato (1900) para la comunicación inalámbrica que comprende: un sistema de procesamiento configurado para llevar a cabo las etapas del procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4.
- 40           6. Un producto de programa informático para comunicaciones inalámbricas que comprende: un medio legible por máquina que comprende instrucciones ejecutables para llevar a cabo las etapas del procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4.
- 45



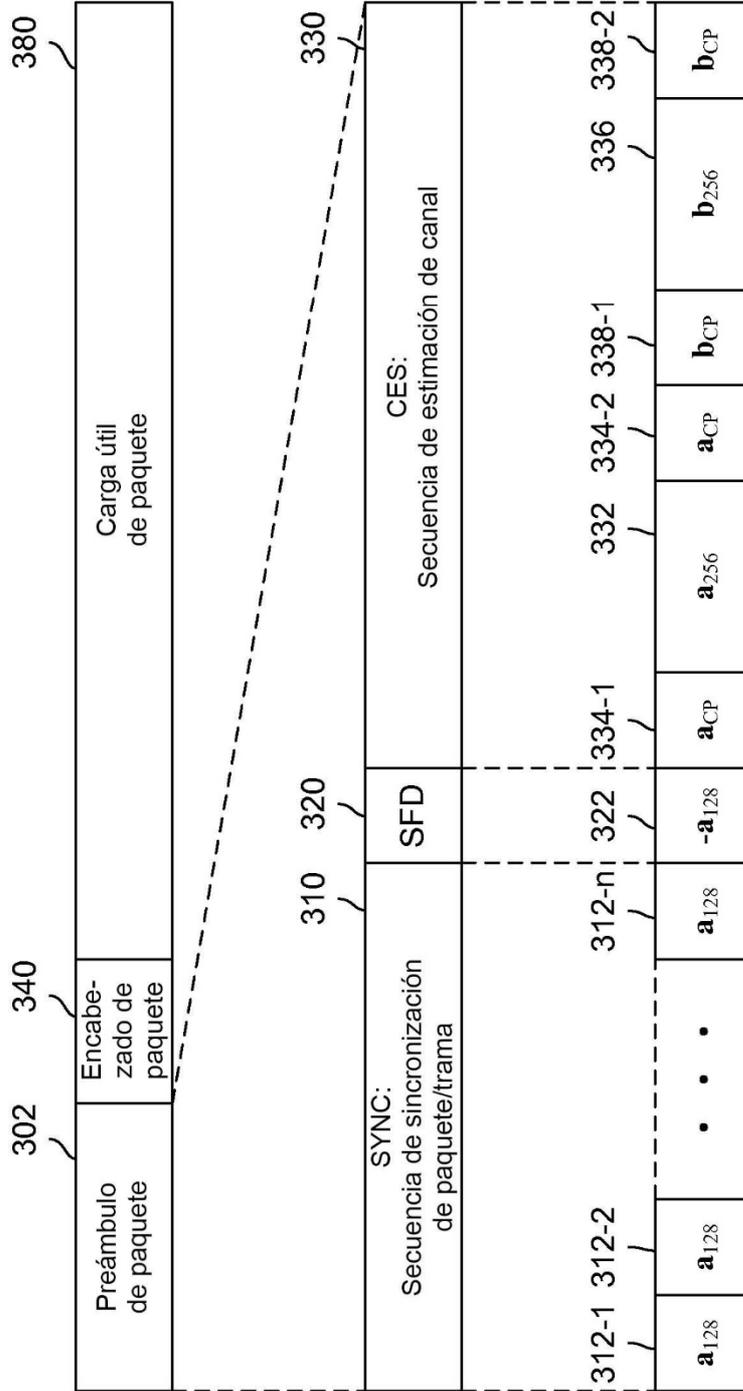
**FIG. 1**

200

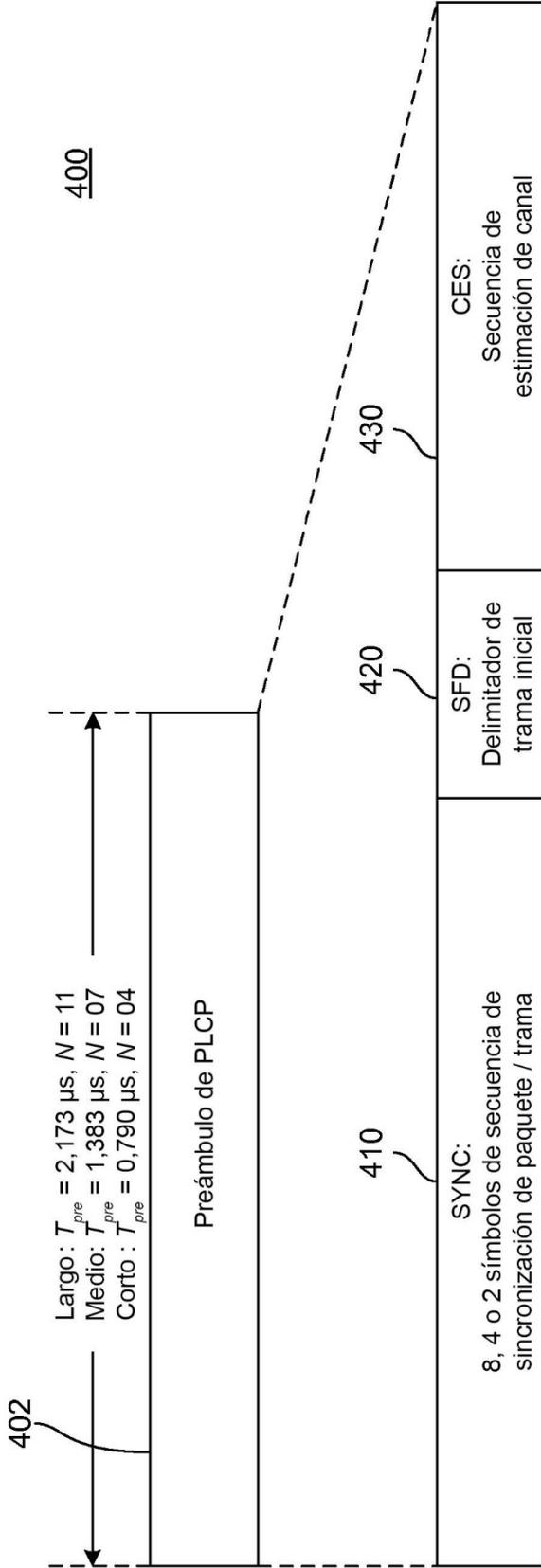


**FIG. 2**

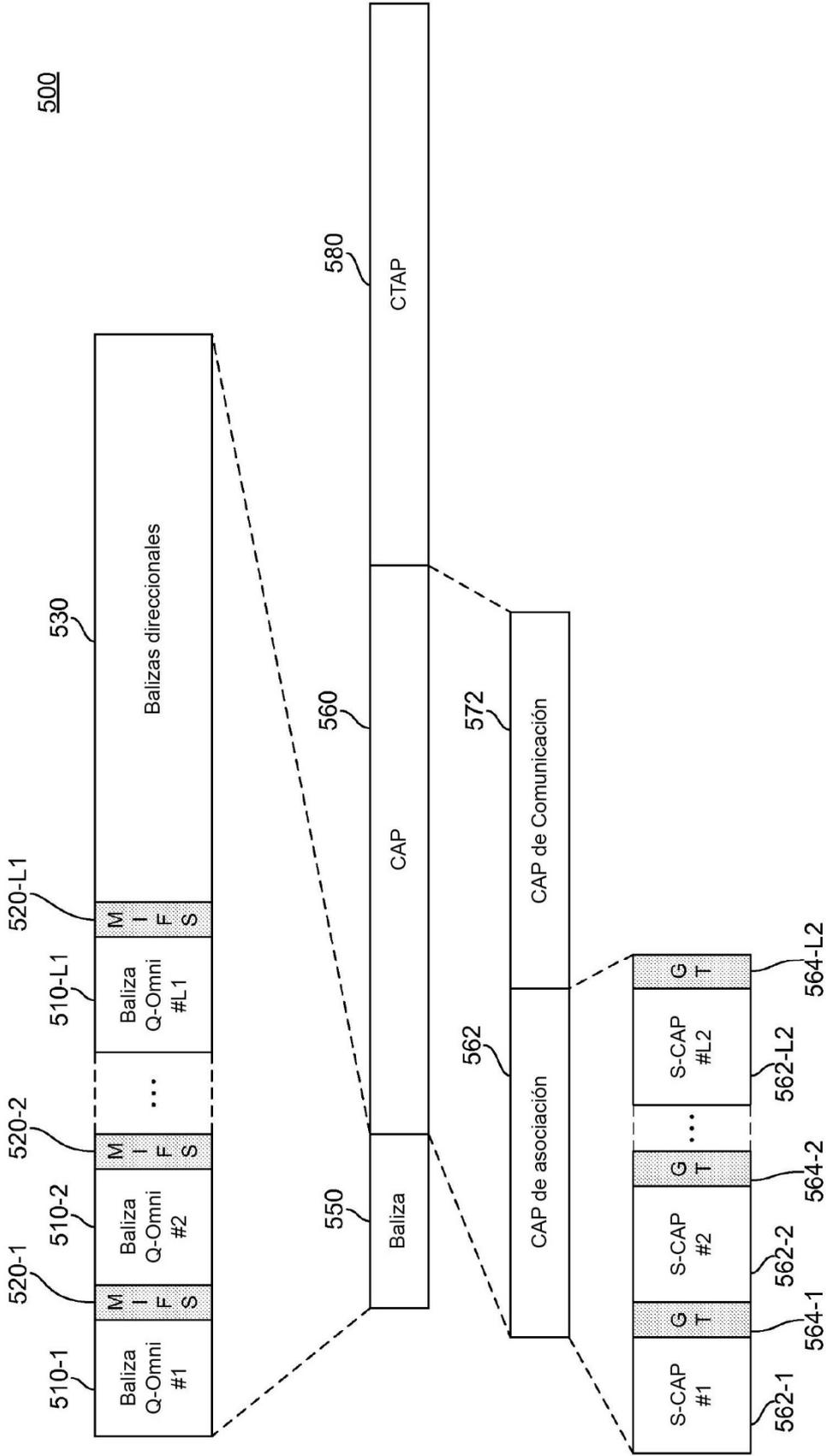
300



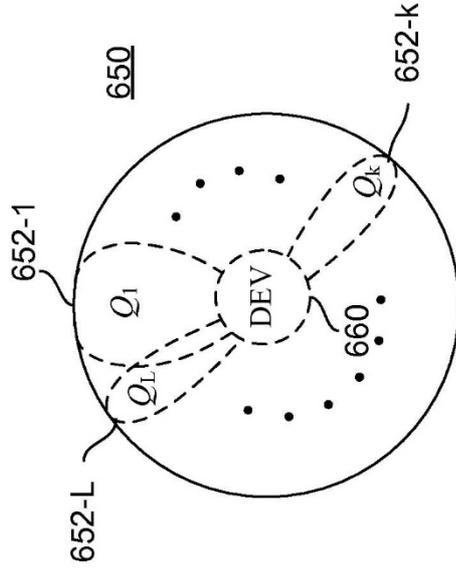
**FIG. 3**



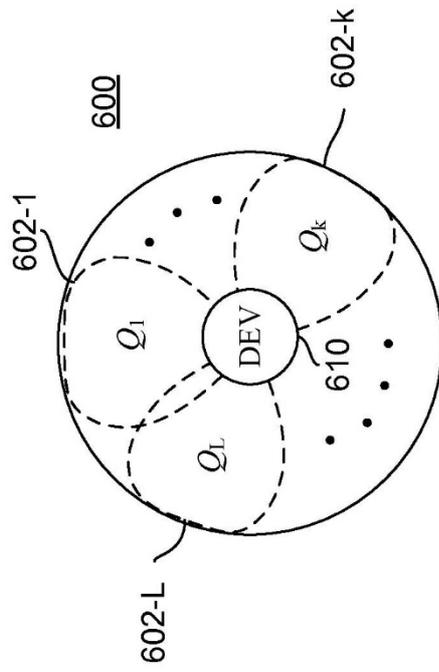
**FIG. 4**



**FIG. 5**



**FIG. 6B**



**FIG. 6A**

700

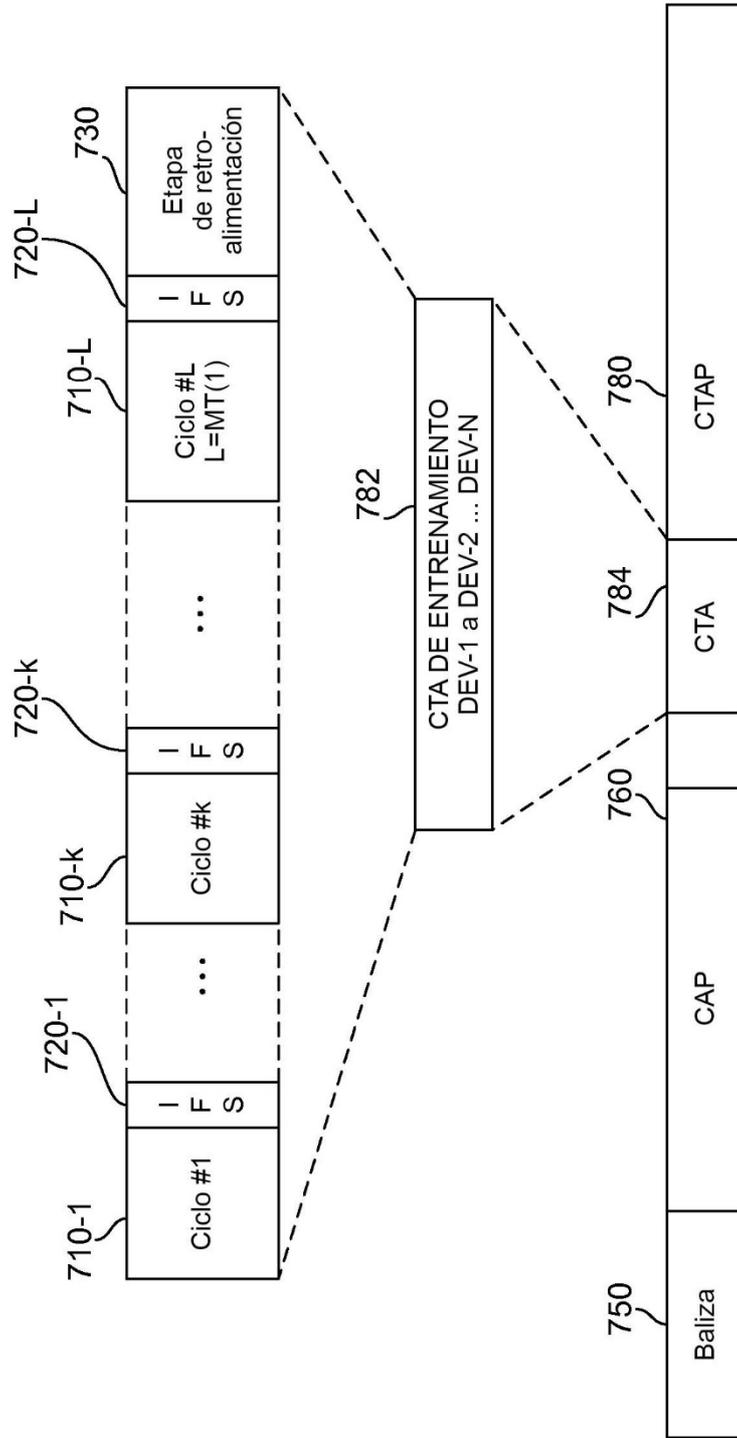
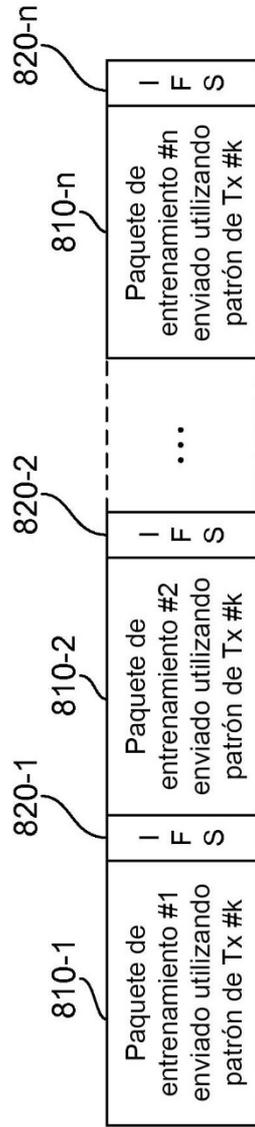
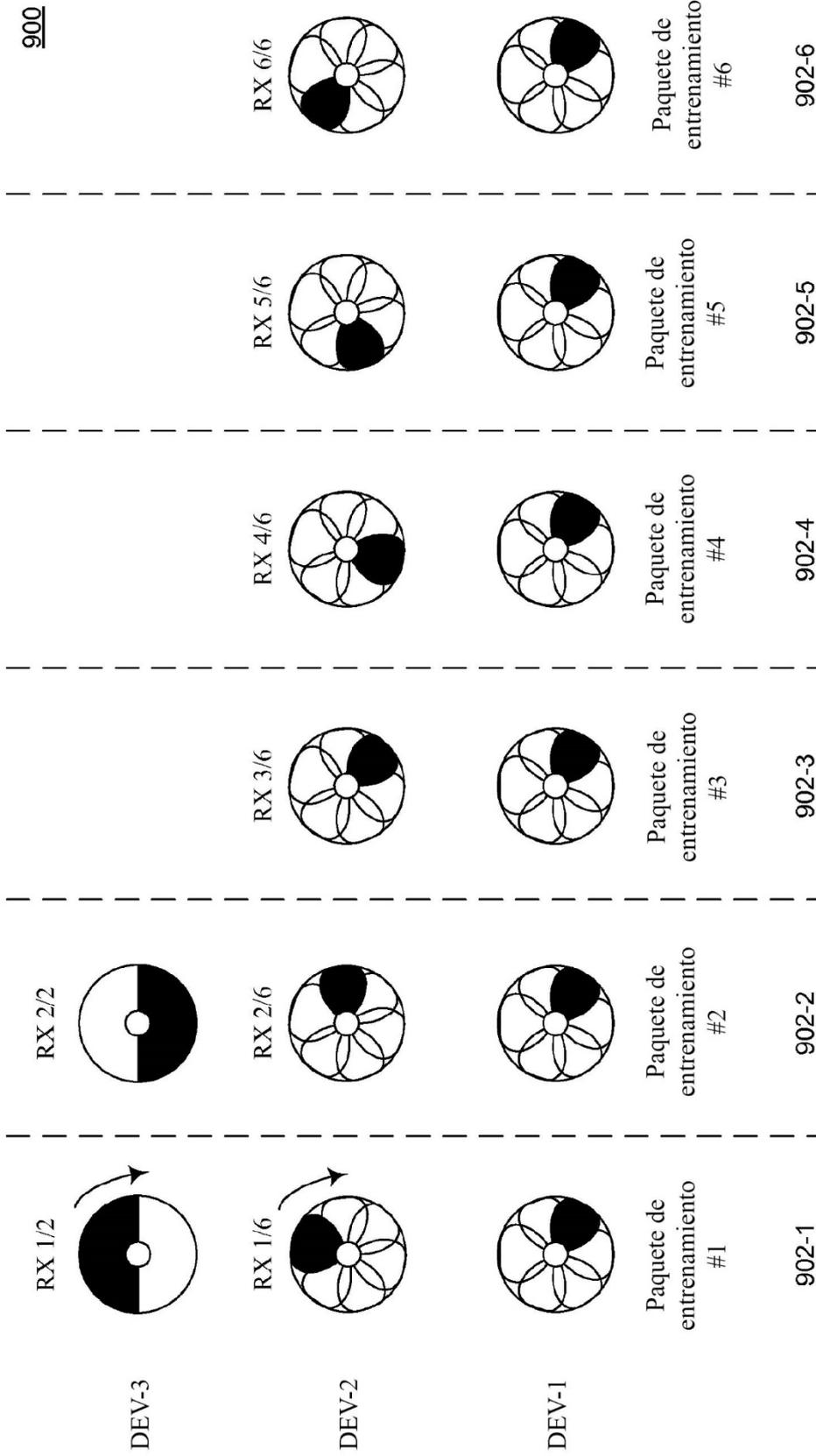


FIG. 7

800

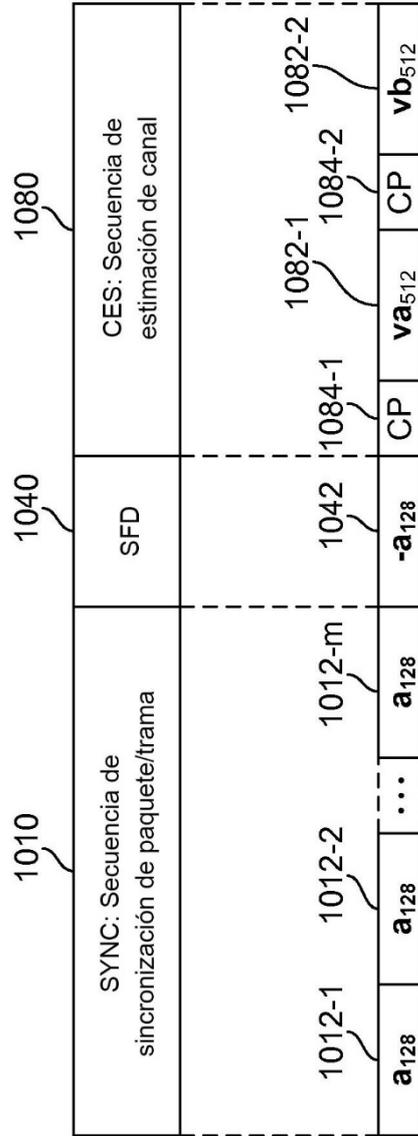


**FIG. 8**



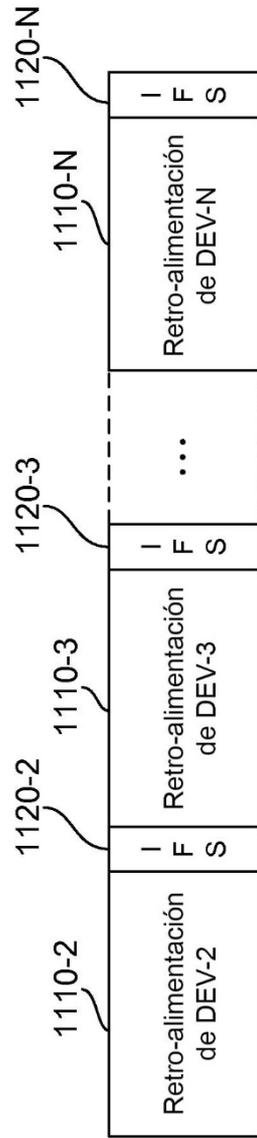
**FIG. 9**

1000

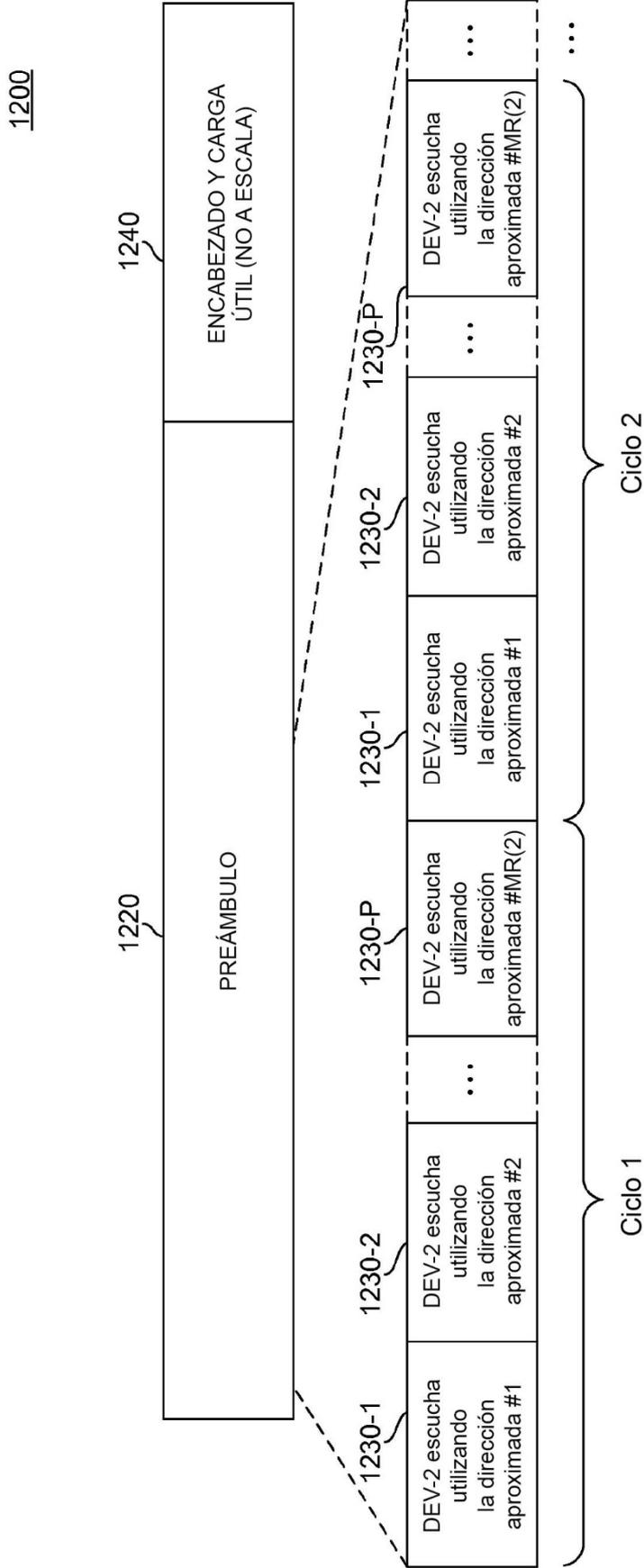


**FIG. 10**

1100



**FIG. 11**



**FIG. 12**

1300

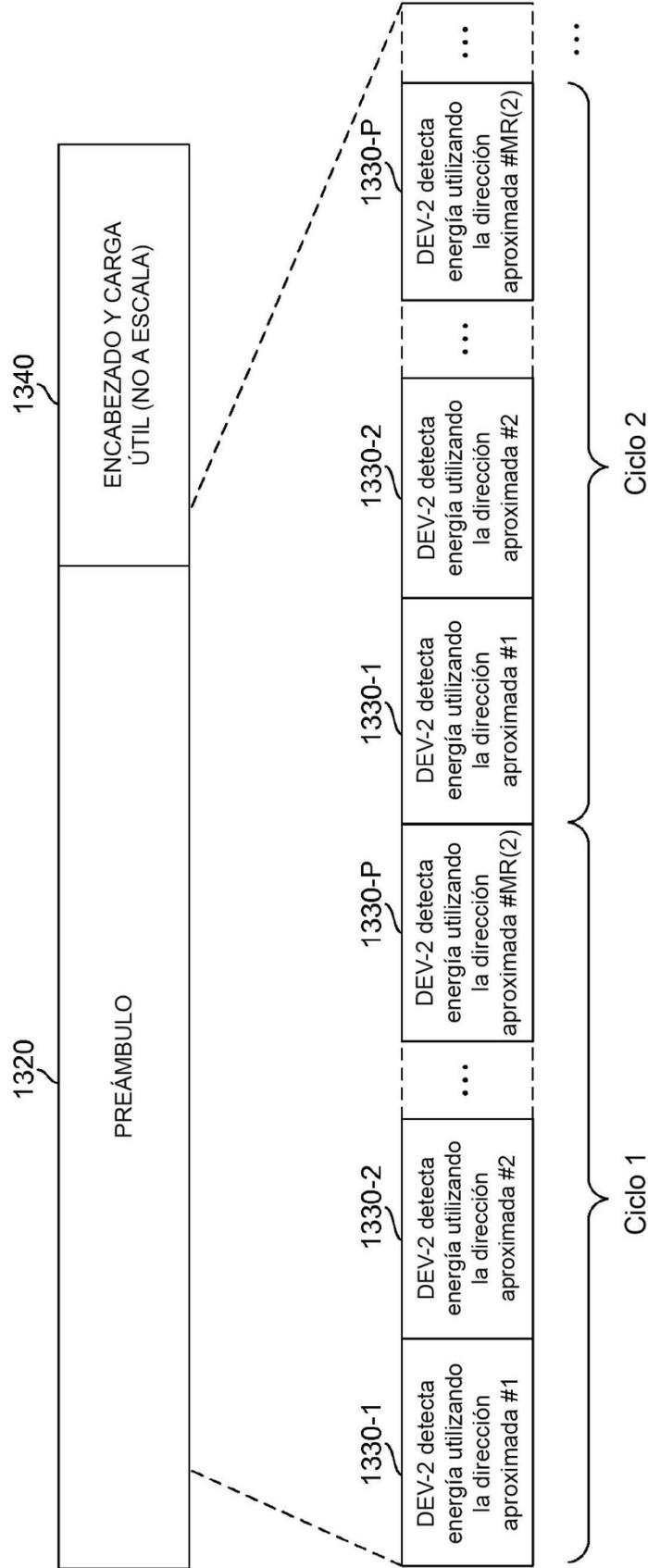
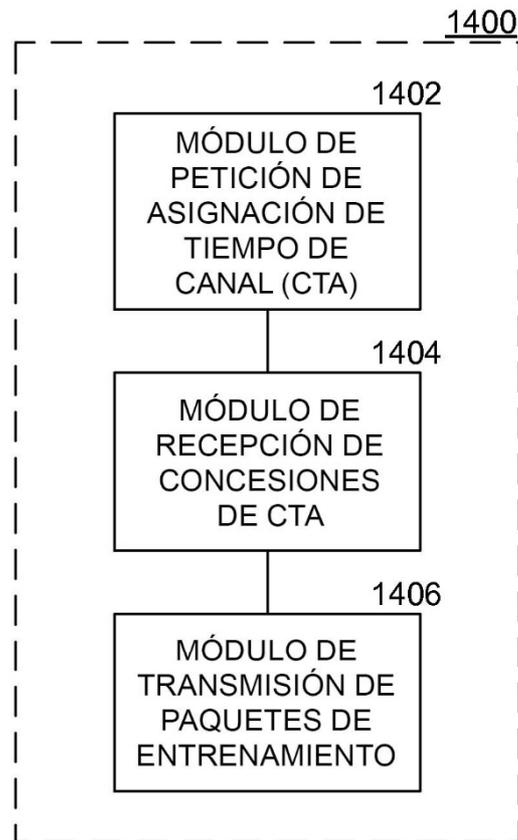
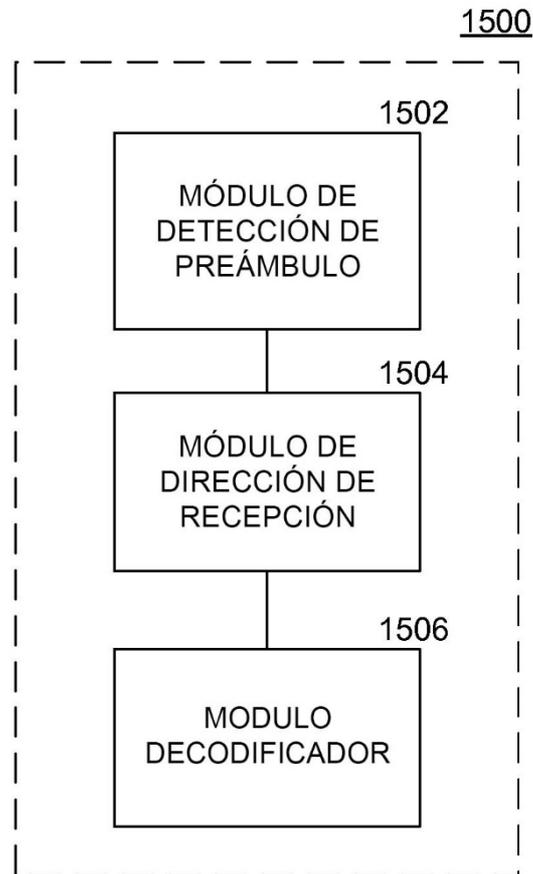


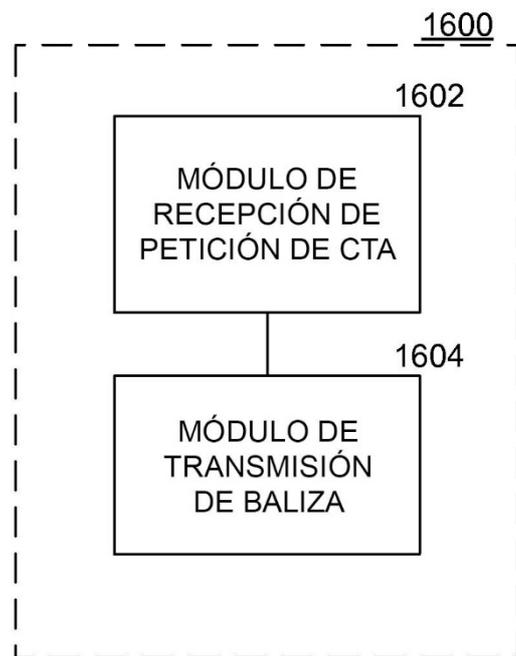
FIG. 13



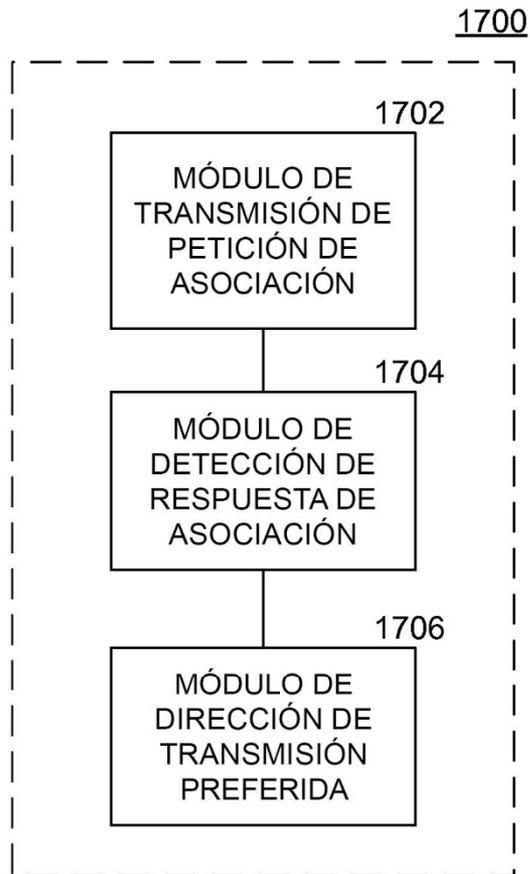
**FIG. 14**



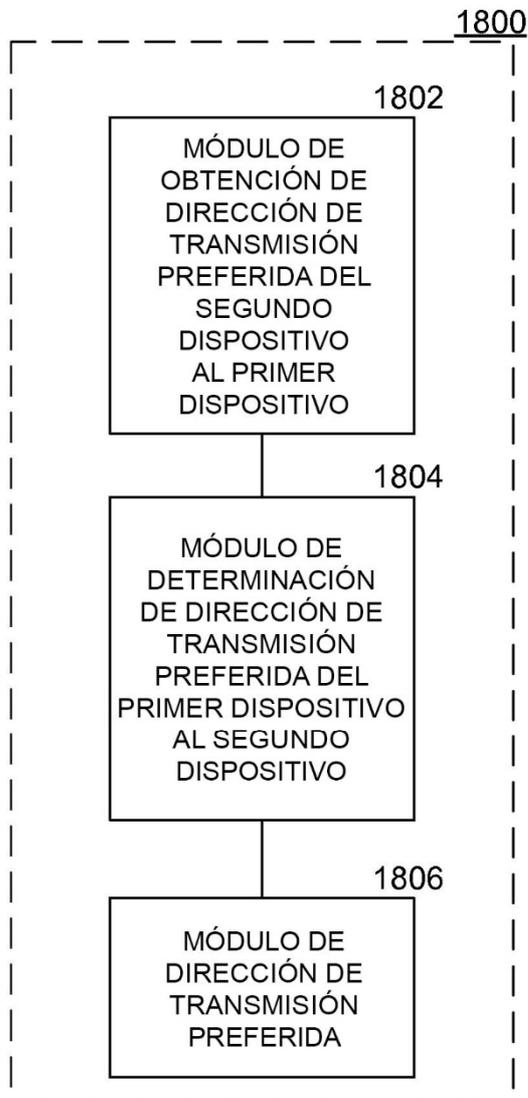
**FIG. 15**



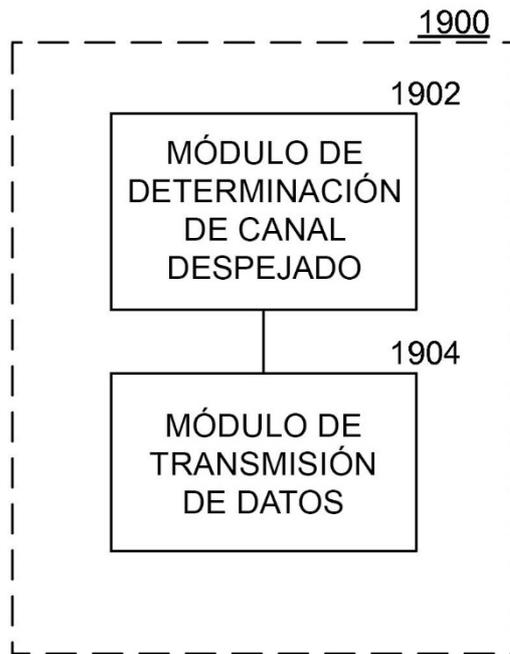
**FIG. 16**



**FIG. 17**

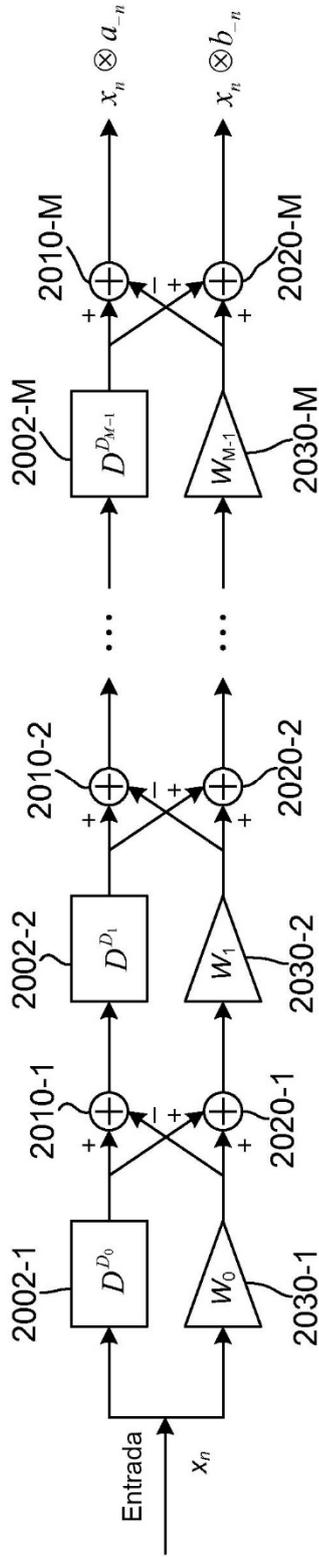


**FIG. 18**



**FIG. 19**

2000



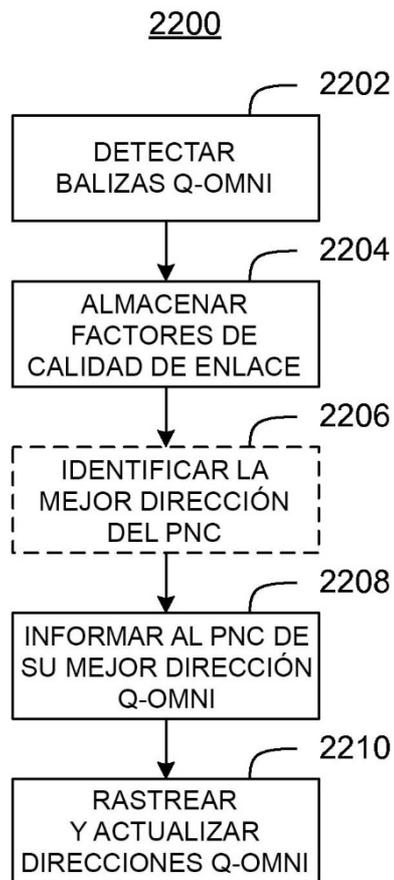
**FIG. 20**

1		1	1
Identificador de baliza Q-omni actual (4 bits)		Número de balizas Q-omni (4 bits)	Longitud (= 5)
2150		2152	2154
		2156	
		Identificador de elemento	

**FIG. 21A**

Octetos: 8	1	1	3	3	3	3	3	6
Dirección de PNC	Respuesta de PNC	Modalidad de pico-red	Nivel de potencia máxima de transmisión	Duración por S-CAP	Número de periodos S-CAP	Tiempo de finalización de CAP	Duración de supertrama	Testigo temporal
2162	2164	2166	2168	2170	2172	2174	2176	2178
2160								

**FIG. 21B**



**FIG. 22**