

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 676 370**

51 Int. Cl.:

**H04B 7/06** (2006.01)

**H04B 7/0408** (2007.01)

**H04B 7/08** (2006.01)

**H04W 16/28** (2009.01)

**H04W 24/00** (2009.01)

**H04W 48/16** (2009.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.11.2009** **E 12000239 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.05.2018** **EP 2448144**

54 Título: **Procedimiento y aparato para asociaciones direccionales en un sistema de comunicación inalámbrica**

30 Prioridad:

**12.11.2008 US 113602 P**

**28.03.2009 US 164422 P**

**12.06.2009 US 484002**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**19.07.2018**

73 Titular/es:

**QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)**

**5775 Morehouse Drive**

**San Diego, CA 92121-1714, US**

72 Inventor/es:

**LAKKIS, ISMAIL y**

**BRACHA, VERED BAR**

74 Agente/Representante:

**FORTEA LAGUNA, Juan José**

ES 2 676 370 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 asociaciones direccionales en un sistema de comunicación inalámbrica

## 5 ANTECEDENTES

## I. Campo de la divulgación

10 [1] La presente divulgación se refiere en general a sistemas de comunicaciones inalámbricas y, más específicamente, a un procedimiento y aparato para asociación direccional en un sistema de comunicaciones inalámbricas.

## II. Descripción de la técnica relacionada

15 [2] En un aspecto de la técnica relacionada, los dispositivos con una capa física (PHY) que admite modos de modulación de portadora única o de multiplexado por división ortogonal de frecuencia (OFDM) pueden usarse para comunicaciones de ondas milimétricas, tal como en una red que cumple los detalles especificados por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) en su norma 802.15.3c. En este ejemplo, la capa PHY puede configurarse para comunicaciones de ondas milimétricas en el espectro de 57 gigahercios (GHz) a 66  
20 GHz y, específicamente, según la región, la capa PHY puede configurarse para la comunicación en el rango de 57 GHz a 64 GHz en Estados Unidos y de 59 GHz a 66 GHz en Japón.

25 [3] Para permitir la interoperabilidad entre dispositivos o redes que admiten modos OFDM o de portadora única, ambos modos admiten también un modo común. Específicamente, el modo común es un modo de velocidad base de portadora única, empleada por transceptores tanto OFDM como de portadora única, para facilitar la coexistencia y la interoperabilidad entre diferentes dispositivos y diferentes redes. El modo común puede emplearse para proporcionar balizas, transmitir información de control y de comando, y usarse como una velocidad base para paquetes de datos.

30 [4] Un transceptor de portadora única en una red 802.15.3c habitualmente emplea al menos un generador de código para proporcionar ensanchamiento de la forma introducida por primera vez por Marcel J.E. Golay (a lo que se hace referencia como códigos Golay), a algunos de, o a todos, los campos de una trama de datos transmitida y para realizar el filtrado adaptado de una señal recibida codificada por Golay. Los códigos de Golay complementarios son conjuntos de secuencias finitas de igual longitud, de tal manera que un determinado  
35 número de pares de 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 de pulsos eficiente para secuencias complementarias de Golay"] Electronic Letters, 27, n° 3, págs. 219-220, 31 de enero de 1991, muestra un transmisor para generar códigos complementarios de Golay, así como un filtro adaptado de Golay.

40 [5] Para dispositivos de baja potencia, es ventajoso que el modo común emplee 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 de fase continua que tiene una  
45 ocupación 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 [6] Se pueden implementar diversas técnicas para producir formas de pulsos GMSK. Por ejemplo, se puede implementar una modulación por desplazamiento de fase binaria (BPSK) de  $\pi/2$  (o  $\pi/2$ -BPSK diferencial) con un pulso GMSK linealizado, tal como se muestra en I. Lakkis, J. Su, y S. Kato, "A Simple Coherent GMSK Demodulator" ["Un desmodulador GMSK coherente sencillo"], Comunicaciones de radio personales, en interiores y móviles (PIMRC) del IEEE, 2001, para el modo común.

55 [7] Se dirige la atención al documento US 5.095.535 que describe un sistema de comunicación para una comunicación de RF de velocidad binaria de datos relativamente alta que supera la interferencia multirrayecto empleando sectores de antena de haz relativamente estrecho y seleccionando la mejor ruta de comunicación establecida entre dos terminales, al menos uno de los cuales tiene sectores de antena de haz estrecho. El  
60 proceso de selección de la ruta de comunicación incluye determinar la integridad de la señal de los datos comunicados entre los terminales. Una implementación incluye los sectores de antena de haz estrecho en cada terminal.

65 [8] También se dirige la atención al documento US 2005/075142 que describe un procedimiento para operar un punto de acceso en una red inalámbrica de área local (WLAN). El punto de acceso incluye una antena direccional para la comunicación con una pluralidad de estaciones remotas, y la antena direccional incluye una

pluralidad de patrones de antena. El procedimiento incluye crear una base de datos de antenas asociando entre el punto de acceso y cada estación remota una calidad de señal medida correspondiente a la pluralidad de patrones de antena. Las calidades de señal medidas correspondientes se determinan mediante el punto de acceso basándose en las comunicaciones con cada estación remota. El procedimiento incluye además determinar para cada estación remota un patrón de antena preferente basándose en la base de datos de antenas, y seleccionar una estación remota y el patrón de antena preferente correspondiente para comunicarse. También se determina basándose en la base de datos de antenas y antes de comunicarse con la estación remota seleccionada, si alguna estación remota no seleccionada tiene el potencial de no saber cuándo se producen realmente dichas comunicaciones.

## SUMARIO

**[9]** De acuerdo con la presente invención, se proporciona un procedimiento para asociar un primer dispositivo con un segundo dispositivo, como se expone en la reivindicación 1, y un aparato para comunicaciones inalámbricas, como se expone en la reivindicación 6. Los modos de realización de la invención se reivindican en las reivindicaciones dependientes.

**[10]** Los aspectos descritos en este documento pueden ser ventajosos para sistemas que emplean redes de área personal inalámbricas (WPAN) de onda milimétrica tal como se define 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.

**[11]** De acuerdo con un aspecto de la divulgación, se proporciona un procedimiento para asociar un primer dispositivo con un segundo dispositivo. El procedimiento incluye transmitir, desde el primer dispositivo al segundo dispositivo, al menos una petición de asociación que comprende una pluralidad de paquetes, transmitiéndose cada paquete, respectivamente, en una dirección diferente; detectar una respuesta de asociación del segundo dispositivo; y determinar una dirección de transmisión preferente del primer dispositivo al segundo dispositivo basándose en la respuesta de asociación.

**[12]** De acuerdo con otro aspecto de la divulgación, se proporciona un aparato de comunicaciones inalámbricas. El aparato incluye medios para transmitir a un dispositivo al menos una petición de asociación que comprende una pluralidad de paquetes, transmitiéndose cada paquete, respectivamente, en una dirección diferente; medios para detectar una respuesta de asociación del dispositivo; y medios para determinar una dirección de transmisión preferente del aparato al dispositivo basándose en la respuesta de asociación.

**[13]** De acuerdo con 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 con instrucciones ejecutables para transmitir, desde el primer dispositivo al segundo dispositivo, al menos una petición de asociación que comprende una pluralidad de paquetes, transmitiéndose cada paquete, respectivamente, en una dirección diferente; detectar una respuesta de asociación del segundo dispositivo; y determinar una dirección de transmisión preferente del primer dispositivo al segundo dispositivo basándose en la respuesta de asociación.

**[14]** De acuerdo con otro aspecto de la divulgación, se proporciona un aparato para comunicaciones inalámbricas. El aparato incluye un sistema de procesamiento configurado para transmitir a un dispositivo, al menos una petición de asociación que comprende una pluralidad de paquetes, transmitiéndose cada paquete, respectivamente, en una dirección diferente; detectar una respuesta de asociación del dispositivo; y determinar una dirección de transmisión preferente del aparato al dispositivo basándose en la respuesta de asociación.

**[15]** De acuerdo con otro aspecto de la divulgación, se proporciona un terminal de acceso. El terminal de acceso incluye una antena; y un sistema de procesamiento configurado para transmitir a un dispositivo, a través de la antena, al menos una petición de asociación que comprende una pluralidad de paquetes, transmitiéndose cada paquete, respectivamente, en una dirección diferente; detectar una respuesta de asociación del dispositivo; y determinar una dirección de transmisión preferente del terminal de acceso al dispositivo basándose en la respuesta de asociación.

**[16]** De acuerdo con otro aspecto de la divulgación, se proporciona un procedimiento para asociar un primer dispositivo con un segundo dispositivo. El procedimiento incluye obtener una dirección de transmisión preferente del segundo dispositivo al primer dispositivo; determinar una dirección de transmisión preferente del primer dispositivo al segundo dispositivo basándose en la obtención de la dirección de transmisión preferente del segundo dispositivo al primer dispositivo; transmitir al segundo dispositivo al menos una petición de asociación que comprende al menos un paquete de una pluralidad de paquetes generados por el primer dispositivo, pudiendo transmitirse cada paquete, respectivamente, en una dirección diferente; y en el que el al menos un paquete comprende información relacionada con la dirección de transmisión preferente del primer dispositivo al segundo dispositivo determinada.

[17] De acuerdo con otro aspecto de la divulgación, se proporciona un aparato para comunicaciones inalámbricas con otro dispositivo. El aparato de comunicaciones inalámbricas incluye medios para obtener una dirección de transmisión preferente del dispositivo al aparato; medios para determinar una dirección de transmisión preferente del aparato al dispositivo basándose en la obtención de la dirección de transmisión preferente del dispositivo al aparato; y medios para transmitir al dispositivo al menos una petición de asociación que comprende al menos un paquete de una pluralidad de paquetes generados por el aparato, pudiendo transmitirse cada paquete, respectivamente, en una dirección diferente; en donde el al menos un paquete comprende información relacionada con la dirección de transmisión preferente del aparato al dispositivo determinada.

[18] De acuerdo con otro aspecto de la divulgación, se proporciona un producto de programa informático para comunicaciones inalámbricas para asociar un primer dispositivo con un segundo dispositivo. El producto de programa informático incluye un medio legible por máquina con instrucciones ejecutables para obtener una dirección de transmisión preferente del segundo dispositivo al primer dispositivo; determinar una dirección de transmisión preferente del primer dispositivo al segundo dispositivo basándose en la obtención de la dirección de transmisión preferente del segundo dispositivo al primer dispositivo; y transmitir al segundo dispositivo al menos una petición de asociación que comprende al menos un paquete de una pluralidad de paquetes generados por el primer dispositivo, pudiendo transmitirse cada paquete, respectivamente, en una dirección diferente; en el que el al menos un paquete comprende información relacionada con la dirección de transmisión preferente del primer dispositivo al segundo dispositivo determinada.

[19] De acuerdo con otro aspecto de la divulgación, se proporciona un aparato para comunicaciones inalámbricas con otro dispositivo. El aparato incluye un sistema de procesamiento configurado para obtener una dirección de transmisión preferente del dispositivo al aparato; determinar una dirección de transmisión preferente del aparato al dispositivo basándose en la obtención de la dirección de transmisión preferente del dispositivo al aparato; y transmitir al dispositivo al menos una petición de asociación que comprende al menos un paquete de una pluralidad de paquetes generados por el aparato, pudiendo transmitirse cada paquete, respectivamente, en una dirección diferente; en donde el al menos un paquete comprende información relacionada con la dirección de transmisión preferente del aparato al dispositivo determinada.

[20] De acuerdo con otro aspecto de la divulgación, se proporciona un terminal de acceso para comunicaciones inalámbricas con otro dispositivo. El terminal de acceso incluye una antena; y un sistema de procesamiento configurado para obtener una dirección de transmisión preferente del dispositivo al terminal de acceso; determinar una dirección de transmisión preferente del terminal de acceso al dispositivo basándose en la obtención de la dirección de transmisión preferente del dispositivo al terminal de acceso; y transmitir al dispositivo, a través de la antena, al menos una petición de asociación que comprende al menos un paquete de una pluralidad de paquetes generados por el terminal de acceso, pudiendo transmitirse cada paquete, respectivamente, en una dirección diferente; en donde el al menos un paquete comprende información relacionada con la dirección de transmisión preferente del terminal de acceso al dispositivo determinada.

[21] Aunque en el presente documento se describen aspectos particulares, muchas variaciones y permutaciones de estos aspectos caen dentro del alcance de la divulgación. Aunque se mencionan algunos beneficios y ventajas de los aspectos preferentes, el alcance de la divulgación no pretende limitarse a beneficios, usos u objetivos particulares. En cambio, los aspectos de la divulgación pretenden ser aplicables ampliamente a diferentes tecnologías inalámbricas, configuraciones de sistema, redes y protocolos de transmisión, algunos de los cuales se ilustran a modo de ejemplo en las figuras y en la siguiente descripción detallada. La descripción detallada y los dibujos simplemente ilustran la divulgación y no limitan el alcance de la divulgación, la cual está definida por las reivindicaciones adjuntas.

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

### [22]

La FIG. 1 es un diagrama de una red inalámbrica configurada de acuerdo con un aspecto de la divulgación;

La FIG. 2 es un diagrama de una estructura de supertrama configurada de acuerdo con un aspecto de la divulgación que se utiliza en la red inalámbrica de la FIG. 1:

La FIG. 3 es un diagrama de una estructura de trama/paquete configurada de acuerdo con un aspecto de la divulgación que se utiliza en la estructura de supertrama de la FIG. 2:

La FIG. 4 es un diagrama estructural de un preámbulo con varias longitudes, de acuerdo con un aspecto de la divulgación;

La FIG. 5 es un diagrama estructural de una estructura de supertrama para su uso en la conformación de haces proactiva, configurada de acuerdo a un aspecto de la divulgación;

Las FIG. 6A y 6B son diagramas que ilustran diversos patrones de antena que pueden implementarse en dispositivos en la red inalámbrica de la FIG. 1, de acuerdo con un aspecto de la divulgación;

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

La FIG. 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 FIG. 7, configurada de acuerdo con un aspecto de la divulgación;

La FIG. 9 es un diagrama de temporización para un ciclo de ejemplo de la secuencia de entrenamiento de la FIG. 7, configurada de acuerdo con un aspecto de la divulgación;

La FIG. 10 es una estructura de paquete para un paquete de entrenamiento utilizado durante el ciclo de entrenamiento general;

La FIG. 11 es una estructura de trama para una etapa de realimentación de la secuencia de entrenamiento de la FIG. 7 configurada en un aspecto de la divulgación;

La FIG. 12 es una estructura y descripción de temporización de paquete transmitido para que un dispositivo detecte el paquete transmitido;

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

La FIG. 14 es un diagrama de bloques de un aparato de petición de entrenamiento configurado de acuerdo con un aspecto de la divulgación;

La FIG. 15 es un diagrama de bloques de un aparato receptor configurado de acuerdo con un aspecto de la divulgación;

La FIG. 16 es un diagrama de bloques de un aparato de asignación temporal de canal configurado de acuerdo con un aspecto de la divulgación;

La FIG. 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 con un aspecto de la divulgación;

La FIG. 18 es un diagrama de bloques de un aparato de obtención de dirección preferente configurado de acuerdo con un aspecto de la divulgación; y

La FIG. 19 es un diagrama de bloques de un aparato de determinación de canal limpio configurado de acuerdo con un aspecto de la divulgación.

La FIG. 20 es un diagrama de bloques de circuitos de código de Golay configurados de acuerdo con un aspecto de la divulgación;

Las FIG. 21A y 21B son elementos de información de conformación de haces y de supertramas, configurados de acuerdo con un aspecto de la divulgación; y,

La FIG. 22 es un diagrama de flujo de un dispositivo con una antena de recepción omnidireccional configurada de acuerdo con diversos aspectos de la divulgación.

[23] De acuerdo con 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

[24] 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 apreciará 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.

**[25]** En la descripción siguiente se exponen, para fines explicativos, numerosos detalles específicos con el fin de proporcionar una comprensión exhaustiva de la divulgación. Sin embargo, debería entenderse que los aspectos particulares mostrados y descritos en el presente documento no pretenden limitar la divulgación a ninguna forma particular, sino que, en cambio, la divulgación ha de abarcar todas las modificaciones, equivalentes y alternativas que caigan dentro del alcance de la divulgación según lo definido por las reivindicaciones.

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

**[27]** A continuación se presentarán varios aspectos de una red inalámbrica 100 con referencia a la FIG. 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 en adelante se denomina 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.

**[28]** Cada DEV de la pluralidad de 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 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.

**[29]** 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 FIG. 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), modos 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.

**[30]** El PNC 110 coordina la comunicación entre los diversos dispositivos en la red 100 utilizando una estructura denominada una supertrama. Cada supertrama se limita basándose en 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.

**[31]** La FIG. 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 temporal de canal y, de manera opcional, 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.

**[32]** 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 DEV 120 en la red 100, o bien entre cualesquiera de los DEV en la pluralidad de DEV 120 en la red 100. El procedimiento de acceso para el CAP 220 se puede basar en un protocolo aloha ranurado o un acceso múltiple con detección de portadora con prevención de colisión (CSMA/CA). El PNC 110 puede no incluir el CAP 220 en cada supertrama.

**[33]** Un período de asignación temporal de canal (CTAP) 220, que se basa en un protocolo de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), se proporciona por el PNC 110 para asignar tiempo para que la pluralidad de DEV 120 utilicen los canales en la red 100. Específicamente, el CTAP se divide en uno o más períodos temporales, denominados asignaciones temporales de canal (CTA), que se asignan 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 TDMA.

**[34]** 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.

**[35]** La FIG. 3 es un ejemplo de una estructura de trama 300 que puede usarse para una trama de portadora única, OFDM o modo común. Como se utiliza en el presente documento, el término "trama" también puede denominarse "paquete", y estos dos términos deben considerarse sinónimos. La estructura de trama 300 incluye un preámbulo 302, un encabezado 340 y una carga útil de paquete 380. El modo 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 modo común utiliza códigos de ensanchamiento de Golay con modulación  $\pi/2$ -BPSK a nivel de chip para ensanchar los datos en la misma. 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 con 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.

**[36]** Con referencia de nuevo a la FIG. 3, el preámbulo 302 incluye un campo de secuencia de sincronización de paquete 310, un campo delimitador de trama inicial (SFD) 320 y un campo de secuencia de estimación de canal 330. El preámbulo 302 puede acortarse cuando se utilizan velocidades de transferencia de datos más altas. Por ejemplo, la longitud predeterminada del preámbulo puede establecerse en 36 códigos de Golay para el modo común, que está asociado 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 a un preámbulo más corto basándose en una petición implícita o explícita de un dispositivo.

**[37]** 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 FIG. 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 FIG. 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 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.

**[38]** En un aspecto, el encabezado 340 emplea aproximadamente una codificación Reed Solomon (RS) de velocidad mitad, mientras que la carga útil de paquete 380 emplea una codificación 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  $b_{64}^i$ . Preferentemente, el encabezado 340 debe transmitir 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 de 4dB a 6dB más alta 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 un intervalo 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 un intervalo de velocidades de transferencia de datos. Así pues, como la velocidad de transferencia de datos se varía de un intervalo a otro, la velocidad del encabezado se puede ajustar para mantener una relación constante de velocidad del encabezado a intervalo de velocidad de transferencia de datos. Es importante comunicar el cambio en la velocidad del encabezado a cada dispositivo en la pluralidad de DEV 120 en la red 100. Sin embargo, la estructura de trama actual 300 en la FIG. 3 utilizada por todos los modos (es decir, portadora única, OFDM y modos comunes), no incluye la capacidad de hacer esto.

[39] La FIG. 4 ilustra un preámbulo 400 de acuerdo con 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 o un par de códigos de Golay de longitud 128.

[40] 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 bins de frecuencia que no se solapan y, por lo tanto, son ortogonales tanto en tiempo como en frecuencia. La  $m$ -ésima secuencia base ocupa los bins de frecuencia  $m, m+4, m+8, m+12, \dots$ . En un aspecto de la divulgación, las secuencias de Golay modificadas se generan a partir de otras secuencias de Golay, tales como secuencias complementarias de Golay regulares, utilizando un filtrado en el dominio del tiempo o de la frecuencia para asegurar que solo se ocupan las subportadoras utilizadas, en lugar de las 512 subportadoras completas.

[41] 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 ( $\pm 1, \pm j$ ).

[42] La FIG. 20 ilustra circuitos 2000 de códigos de Golay 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 semilla, 2030-1 a 2030-M, configurados para multiplicar una segunda señal de entrada por al menos uno de una pluralidad de vectores semilla diferentes  $\mathbf{W}' = [W(0), W(1), \dots, W(M-1)]$  para generar una pluralidad de señales semilla. La salida de cada una de las secuencias de elementos adaptables de inserción de vector semilla 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 códigos de Golay 2000, como se muestra en la FIG. 20, la salida de cada elemento de inserción de vector semilla 2030-1 a 2030-M se añade a la salida de sus respectivos elementos de retardo 2002-1 a 2002-M mediante un respectivo combinador del primer conjunto de combinadores 2010-1 a 2010-M antes de que los resultados se suministren 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 semilla, donde las señales semilla se restan de las señales de retardo en los circuitos de códigos de Golay 2000.

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

[44] En un aspecto, los códigos de Golay (**a1**, **a2**, **a3** y **a4**) pueden generarse mediante combinaciones de vectores de retardo (**D1**, **D2**, **D3** y **D3**) y de los correspondientes vectores semilla (**W1**, **W2**, **W3**, y **W4**), como se muestra en la siguiente tabla:

| Vectores de retardo y semilla para las secuencias de Golay a1, |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----------------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| a o b                                                          | D1 | 64 | 32 | 8  | 1  | 4  | 2  | 16 |
|                                                                | D2 | 64 | 32 | 8  | 1  | 4  | 2  | 16 |
|                                                                | D3 | 64 | 32 | 4  | 2  | 8  | 1  | 16 |
|                                                                | D4 | 64 | 32 | 4  | 2  | 8  | 1  | 16 |
| 0                                                              | W1 | -1 | -j | -1 | -j | -1 | 1  | 1  |
| 0                                                              | W2 | -1 | -1 | 1  | +j | 1  | -j | 1  |
| 1                                                              | W3 | -1 | -1 | -1 | -1 | 1  | +j | 1  |
| 0                                                              | W4 | -1 | -1 | 1  | -1 | 1  | -j | 1  |

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

[46] 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, la conformación de 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 bins de frecuencia no solapados, tal como se describe con respecto al preámbulo, y cada conjunto puede asignarse a uno de una pluralidad de 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.

[47] 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 temporal de canal (CTAP), que se utiliza para las CTA de gestión (MCTA) y las CTA regulares, como se explica adicionalmente a continuación.

[48] 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 una ganancia de antena en alguna(s) dirección(es) pueden transmitirse adicionalmente durante el período de baliza o en el CTAP entre dos dispositivos.

[49] 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.

[50] Diversos aspectos de la divulgación dan a conocer un protocolo de mensajería unificada que admite 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 de diversidad conmutada, 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.

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

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

| Tipo de paquete | Longitud del preámbulo (#128 chips) | Velocidad del encabezado (Mbps) | Velocidad de transferencia de datos (Mbps) | Requisito (M)Obligatorio / (O)pcional |
|-----------------|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------|
| I               | 36                                  | 50                              | 50                                         | M                                     |
| II              | 20                                  | 100                             | 100                                        | O                                     |
| III             | 12                                  | 200                             | 200                                        | O                                     |
| VI              | 8 400                               | 400                             | 400                                        | O                                     |

**[53]** Como se trata de paquetes de portadora única que se transmiten utilizando el modo común, pueden descodificarse mediante dispositivos tanto de portadora única como OFDM. La mayoría de paquetes transmitidos pueden no tener cuerpo, solo un preámbulo.

**[54]** Los diferentes tipos de paquetes pueden emplearse para diferentes ganancias de antena de tal manera que ecualicen sustancialmente 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 del procesamiento en los dispositivos y el PNC.

**[55]** La FIG. 5 ilustra una estructura de supertrama 500 que puede emplearse 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 regulares. 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.

**[56]** 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 (espaciado mínimo entre tramas, que es un tiempo de guarda), según lo representado por una pluralidad de MIFS 520-1 a 520-L1. En un aspecto, L1 representa el número de direcciones Q-Omni que el PNC puede admitir. 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 que el PNC puede admitir. 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 varias soluciones para la estructura de 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.

**[57]** 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 tiempo de guardia (GT) respectivo, 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 diferentes de L1, y así, en un aspecto de la divulgación, durante el período de 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  $L_2$ .

[58] En un aspecto en el que el canal es recíproco (por ejemplo,  $L_1$  es igual a  $L_2$ ), durante el  $l^{\text{ésimo}}$  S-CAP, donde  $l$  puede ser cualquier valor de 1 a  $L_1$ , el PNC recibe desde la misma dirección de antena que utilizó para transmitir la  $l^{\text{ésima}}$  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.

[59] Las FIG. 6A y 6B ilustran dos ejemplos de patrones de antenas 600 y 650, respectivamente. En la FIG. 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 FIG. 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 cubre 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 cubre 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 seguimiento en la que un dispositivo supervisa un conjunto de HRB en torno a un haz dado.

[60] Como se ha analizado 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 analiza adicionalmente en el presente documento. Se debe 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.

[61] Como se ha analizado anteriormente, el PNC difunde una baliza en cada supertrama. Cada baliza contiene toda la información de temporización sobre la supertrama y, de manera opcional, información sobre algunos 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 o todos los DEV preferentemente se comunicaría durante la sección de baliza direccional del período de baliza, porque las balizas direccionales se transmiten a velocidades de transferencia de datos mayores y admitirían mejor las cantidades potencialmente grandes de información sobre las capacidades de los 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 varias direcciones de transmisión y recepción aproximadas y varios 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 pueden solaparse; cada patrón cubre una parte de la región del espacio de interés.

[62] 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 la temporización de supertrama, el número de balizas Q-omni, el número y la duración de los S-CAP y, opcionalmente, las capacidades posibles de cada uno de los DEV miembros. En un aspecto de la divulgación, el DEV obtendrá y seguirá 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. Ejemplos de LQI incluyen, pero no se limitan a, RSSI (indicador de intensidad de señal recibida), SNR (relación de señal a ruido), SINR (relación de señal a ruido más interferencia), SIR (relación de señal a interferencia), detección de preámbulo, BER (tasa de errores de bit) o PER (tasa de errores de paquete).

[63] El DEV envía una petición de asociación al PNC en uno de los S-CAP realizando un barrido sobre su conjunto de  $L_1$  direcciones de transmisión, es decir, el DEV envía una petición de asociación que comprende un conjunto de  $L_1$  paquetes separados opcionalmente por un intervalo de guarda, en donde el paquete  $m^{\text{ésimo}}$  ( $m = 1, 2, \dots, L_1$ ) 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.

**[64]** Después de detectar uno de los paquetes que ha enviado el DEV, el PNC descodifica 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 debe esperar antes de transmitir de vuelta la respuesta de asociación. La respuesta de asociación del PNC debe 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 a través de 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 pues, 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 preferentes o "mejores" utilizando una técnica de sondeo que se describe a continuación. De manera alternativa, después de detectar correctamente uno de los paquetes dentro de la petición de asociación, el PNC puede supervisar el resto de paquetes (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.

**[65]** Si el DEV no recibe una respuesta de asociación del PNC antes 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 correctamente una respuesta de asociación del 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 supervisión 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 actual.

**[66]** 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 correctamente 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 descodificar 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 más óptima. Así pues, el PNC puede intentar detectar paquetes de petición de asociación adicionales para determinar si las peticiones de asociación siguientes se reciben mejor.

**[67]** 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 siga a dispositivos móviles. El entrenamiento puede realizarse, por ejemplo, mediante barrido del DEV sobre su conjunto de direcciones de transmisión. El propio DEV no necesita entrenarse por el PNC porque el DEV sigue la dirección del PNC supervisando 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 de 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.

**[68]** Se supone 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 eficiente 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, el resto de DEV que no son omnidireccionales y que están interesados en comunicarse entre sí deben entrenarse entre sí.

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

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

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

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.

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 de DEV-2, DEV-3, ... , DEV-N.

3. La duración de la CTA se calcula por DEV-1 (o, de manera alternativa, el PNC) como al menos  $NR \times MT(1) \times T$ , donde T es la duración del paquete de entrenamiento, incluyendo el tiempo de guarda. La duración de la CTA también puede incluir una duración para una etapa de realimentación. 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).

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 es bien difusión (si todos los dispositivos se van a entrenar) o bien un grupo de destino que incluye DEV-2, DEV-3, ... , DEV-N (si solo se va a entrenar un subconjunto de los dispositivos).

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

**[70]** 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.

**[71]** Cada baliza Q-Omni puede llevar un elemento de información de conformación de haces 2140, tal como se muestra en la FIG. 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 descodifica una cualquiera de las balizas Qomni 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 identificación de baliza Q-omni actual 2150, un campo de número de balizas Q-omni 2152 (por ejemplo, el valor L1 de la estructura de trama 500 de la FIG. 5), un campo de longitud 2154, que contiene el número de octetos en el elemento de información, y un campo de identificación de elemento 2156, que es el identificador del elemento de información. El campo de identificación 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 de número de balizas Q-omni 2152 en la supertrama. Un dispositivo, utilizando el número contenido en el campo de identificación de baliza Q-omni actual 2150, sabrá desde qué dirección Q-omni escuchó la baliza.

**[72]** La FIG. 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, un modo de pico-red 2166, un nivel máximo de potencia de transmisión 2168, un campo de duración de S-CAP 2170, un campo de 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.

[73] Las FIG. 22A y 22B ilustran dos soluciones para una operación de conformación de haces por dispositivos de acuerdo con diversos aspectos de la divulgación. La FIG. 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 LQF, [LQF(1),..., LQF(L)], e identifica la mejor dirección del PNC 1 correspondiente al LQF más alto:

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

$$i = 1: L$$

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

[75] En la etapa 2208, el dispositivo se asocia al PNC durante el  $i^{\text{ésimo}}$  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  $i^{\text{ésima}}$  dirección Q-omni. El dispositivo aún puede seguir el conjunto de las L mejores direcciones supervisando las correspondientes balizas S-omni cada Q supertramas. Si se encuentra una dirección (por ejemplo, la  $r^{\text{ésima}}$  dirección S-omni) con un mejor LQF, el dispositivo puede informar al PNC para que transmita el siguiente paquete utilizando la  $r^{\text{ésima}}$  dirección S-omni, codificándola en el campo "PRÓXIMA DIRECCIÓN" en el encabezado PHY.

[76] 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.

[77] La FIG. 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 un espaciado entre tramas (IFS) (es decir, tiempo de guarda) respectivo 720-1 a 720-L. En un aspecto, se incluye una etapa de realimentación 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.

[78] 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, de 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 del número de direcciones de recepción aproximadas del resto de DEV en DEV-2, DEV-3, DEV-5 ... DEV-N, entonces  $n = NR = 3$ . Así pues, DEV-1 transmitirá tres (3) paquetes de entrenamiento. Esta transmisión repetitiva permite que todos los DEV DEV-2, DEV-3, ... DEV-N realicen un barrido a través de sus direcciones de recepción aproximadas. 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 direcciones de entrenamiento aproximadas respectivas.

[79] La FIG. 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 guarda) respectivo 820-1 a 820-n. En un aspecto, cada paquete de entrenamiento es idéntico. Como se ha analizado 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 varias soluciones 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 paquete de

entrenamiento grande. En un aspecto de la divulgación, la longitud total del único paquete de entrenamiento grande sería idéntica en longitud al tiempo que se tardaría en transmitir múltiples paquetes de solo preámbulo, incluyendo el IFS u otro espaciado entre paquetes. Por ejemplo, para conseguir la misma longitud, el único paquete de entrenamiento grande puede incluir más secuencias repetitivas para llenar la parte que normalmente lleva el IFS. Utilizar la solución de un único paquete de entrenamiento grande 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 paquete de entrenamiento grande. Por ejemplo, un dispositivo que se está entrenando puede realizar el barrido más despacio (es decir, ampliar el tiempo 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 y entrar en un modo de ahorro de energía durante el resto de la transmisión del único paquete de entrenamiento grande.

**[80]** La FIG. 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 del resto de 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 de DEV-1 en una dirección de recepción 1 de 6 (RX 1/6) y DEV-3 escuchará el paquete de entrenamiento #1 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 de DEV-1 en una dirección de recepción 2 de 6 (RX 2/6) y DEV-3 escuchará el paquete de entrenamiento #2 de DEV-1 en una dirección de recepción 2 de 2 (RX 2/2). Presumiblemente, DEV-3 habrá escuchado el paquete de entrenamiento #1 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 escuchando los paquetes de entrenamiento de DEV-1 en las respectivas direcciones de recepción indicadas. Sin embargo, DEV-3 puede dejar de escuchar los paquetes de entrenamiento 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 de DEV-1 y, por lo tanto, identificará que su mejor dirección de recepción para recibir la transmisión de DEV-1 es RX 6/6. Se debe observar que, aunque el barrido realizado por DEV-2 y DEV-3 se realiza en el sentido de las agujas del reloj, no es necesario seguir ningún patrón específico por ninguno de los DEV en términos de dirección o secuencia de barrido de las direcciones de antena. Se debe 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 en los seis ciclos de DEV-1.

**[81]** La FIG. 10 ilustra una estructura del paquete de entrenamiento 1000 configurada de acuerdo con un aspecto de la divulgación que se puede transmitir 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 debe incluir un cuerpo de trama, debe comprender la dirección de origen, es decir, la dirección de DEV-1 y, opcionalmente, 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 opcional, ya que el CES puede realizar una doble función. De manera opcional, se puede incluir una parte de encabezado que incluye al menos la dirección de origen y, de manera opcional, todas las direcciones de destino. Como se analiza en el presente documento, el conjunto de n paquetes de entrenamiento dentro de un ciclo se puede configurar en un único paquete de entrenamiento grande construido, a modo de ejemplo y no de limitación, de un campo SYNC muy largo, que en un aspecto de la divulgación es un patrón repetitivo de la secuencia de Golay de longitud 128 m multiplicada por n veces.

**[82]** Como se ha analizado anteriormente, volviendo a la FIG. 7 de referencia, durante la etapa de realimentación 730, cada uno de DEV-2, DEV-3, ..., DEV-N informa a DEV-1 de la mejor dirección de transmisión aproximada de DEV-1 y de manera opcional de su mejor dirección de recepción aproximada. Como hay N dispositivos totales DEV-1, DEV-2, DEV-3, ..., DEV-N, hay N-1 realimentaciones, una por DEV-j (j = 2, ..., N). Una secuencia de tramas 1100 para conseguir la realimentación de cada DEV se ilustra en la FIG. 11, que incluye una parte de realimentación mostrada como una realimentación de DEV-2 1110-2 a una realimentación de DEV-N 1110-N. Cada parte de realimentación está seguida por un IFS 1120-2 a 1120-N. En un aspecto de la divulgación, si DEV-1 no es omnidireccional en su recepción, DEV-1 tendrá que escuchar en cada una de sus posibles direcciones de recepción la realimentación de cada uno de los DEV. Por ejemplo, DEV-1 realizará un barrido a través de todas las direcciones de recepción posibles mientras que cada uno de los DEV DEV-2, DEV-

3, ..., DEV-N transmite su realimentación a DEV-1. En un aspecto de la divulgación, este procedimiento de realimentación 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 realimentación 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 de manera individual. En un aspecto de la divulgación, por ejemplo, una sesión de entrenamiento entre DEV-1 y DEV-2 incluiría un barrido de entrenamiento de 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 de DEV-2 a DEV-1 en L2 ciclos (L2 es el número de direcciones de transmisión de DEV-2) seguido por una realimentación en un barrido de DEV-1 a DEV-2 seguido por una realimentación de DEV-2 a DEV-1. Se debe observar que una de las realimentaciones puede integrarse con el entrenamiento de barrido. Se pueden utilizar diversas soluciones para la realimentación. Así pues, por ejemplo, si el canal es recíproco y DEV-1 ha entrenado a DEV-2 y DEV-3, entonces puede que no sea necesario que DEV-2 y DEV-3 entrenen de nuevo a DEV-1 ya que la ruta de DEV-1 a DEV-2 es lo mismo que la ruta de DEV-2 a DEV-1, y la ruta de DEV-1 a DEV-3 es la misma que la ruta de DEV-3 a DEV-1. De manera alternativa, si cada dispositivo entrena al resto de dispositivos en la lista, entonces la etapa de realimentación puede omitirse si el canal es recíproco.

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

**[84]** 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 DEV (DEV-1, DEV-2, DEV-3, ..., DEV-N) habrá determinado el mejor par de direcciones aproximadas en los enlaces directo e inverso.

**[85]** 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. Se supone 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 debe ser lo suficientemente largo como para detectar la presencia de un preámbulo, tal como el tiempo para realizar una valoración de canal limpio (CCA), por ejemplo.

**[86]** Como se ilustra en la FIG. 12, DEV-2 continuará cambiando de una dirección de recepción aproximada a otra (es decir, realizando un barrido a través de algunas 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 direcciones de recepción aproximadas posibles 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 debe 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 totales. Por ejemplo, si DEV-2 ha realizado el entrenamiento solo con DEV-1 y DEV-3, entonces DEV-2 podría cambiar 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 detecta el preámbulo o se agota 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 detectado una dirección de recepción que le permite recibir el paquete mínimamente. Esta dirección de recepción se denomina dirección de recepción de trabajo. Como se analiza 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 descodifica el encabezado del paquete enviado por DEV-1, sabe su mejor dirección de recepción y puede cambiar a esa dirección para recibir el paquete.

**[87]** 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. Como se ilustra en la FIG. 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 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, renunciará y reiniciará la detección de nuevo posteriormente. DEV-2 continuará cambiando de una dirección de recepción aproximada a otra (es decir, realizando un barrido a través de algunas 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 direcciones de recepción aproximadas posibles de DEV-2, hasta que se agota el tiempo de espera o detecta 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, consiguiendo así reutilización espacial.

**[88]** En un aspecto de la divulgación, los dispositivos se comunicarán con otros sobre 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 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 reutilización espacial.

**[89]** La FIG. 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 asignación temporal de canal desde un primer dispositivo a un segundo dispositivo, en el que la petición de asignación temporal de canal comprende una lista de dispositivos a entrenar por el primer dispositivo; un módulo de recepción de concesión de CTA 1404 que recibe una asignación temporal de canal concedida por el segundo dispositivo; y un módulo de transmisión de paquete 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 temporal de canal concedida por el segundo dispositivo.

**[90]** La FIG. 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 preferente que se estableció durante una sesión de entrenamiento con el primer dispositivo; y un módulo descodificador de paquetes 1506 que recibe y descodifica un encabezado del paquete basándose en una primera dirección de recepción para identificar que el primer dispositivo había transmitido el paquete.

**[91]** La FIG. 16 ilustra un aparato de asignación temporal de canal 1600 que puede utilizarse con diversos aspectos de la divulgación, incluyendo el aparato de asignación temporal 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 el que la petición comprende una lista de dispositivos a entrenar 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.

**[92]** La FIG. 17 ilustra un aparato de petición de asociación 1700 que puede utilizarse con diversos aspectos de la divulgación para asociar un primer dispositivo con 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 preferente 1706 que determina una dirección de transmisión del primer dispositivo al segundo dispositivo preferente basándose en la respuesta de asociación.

**[93]** La FIG. 18 ilustra un aparato de petición de asociación 1800 que puede utilizarse con diversos aspectos de la divulgación para asociar un primer dispositivo con un segundo dispositivo, incluyendo el aparato de petición de asociación 1800 un módulo de obtención de la dirección de transmisión preferente del segundo dispositivo al

primer dispositivo 1802 que obtiene una dirección de transmisión preferente del segundo dispositivo al primer dispositivo; un módulo de determinación de dirección de transmisión preferente 1804 que determina una dirección de transmisión preferente del primer dispositivo al segundo dispositivo basándose en la obtención de la dirección de transmisión preferente del 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 de una pluralidad de paquetes generados por el primer dispositivo, transmitiéndose cada paquete, respectivamente, en una dirección diferente; en el que el al menos un paquete comprende información relacionada con la dirección de transmisión preferente del primer dispositivo al segundo dispositivo determinada.

[94] La FIG. 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 limpio 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.

[95] 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, soporte 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.

[96] La divulgación no pretende limitarse a los aspectos preferidos. Además, los expertos en la técnica deberían reconocer que los aspectos del procedimiento y 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, matrices de puertas programables por campo, procesadores de propósito general, 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.

[97] Los expertos en la técnica apreciarían además que los diversos bloques lógicos, módulos, procesadores, medios, circuitos y etapas de algoritmo ilustrativos descritos en conexión 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 diversos componentes, bloques, módulos, circuitos y etapas ilustrativos, en general, en lo que respecta a su funcionalidad. Si dicha funcionalidad se implementa como hardware o software depende de la aplicación particular y de las restricciones de diseño 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.

[98] 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 matriz de puertas programables por campo (FPGA) u otro dispositivo lógico programable, puerta 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 propósito 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.

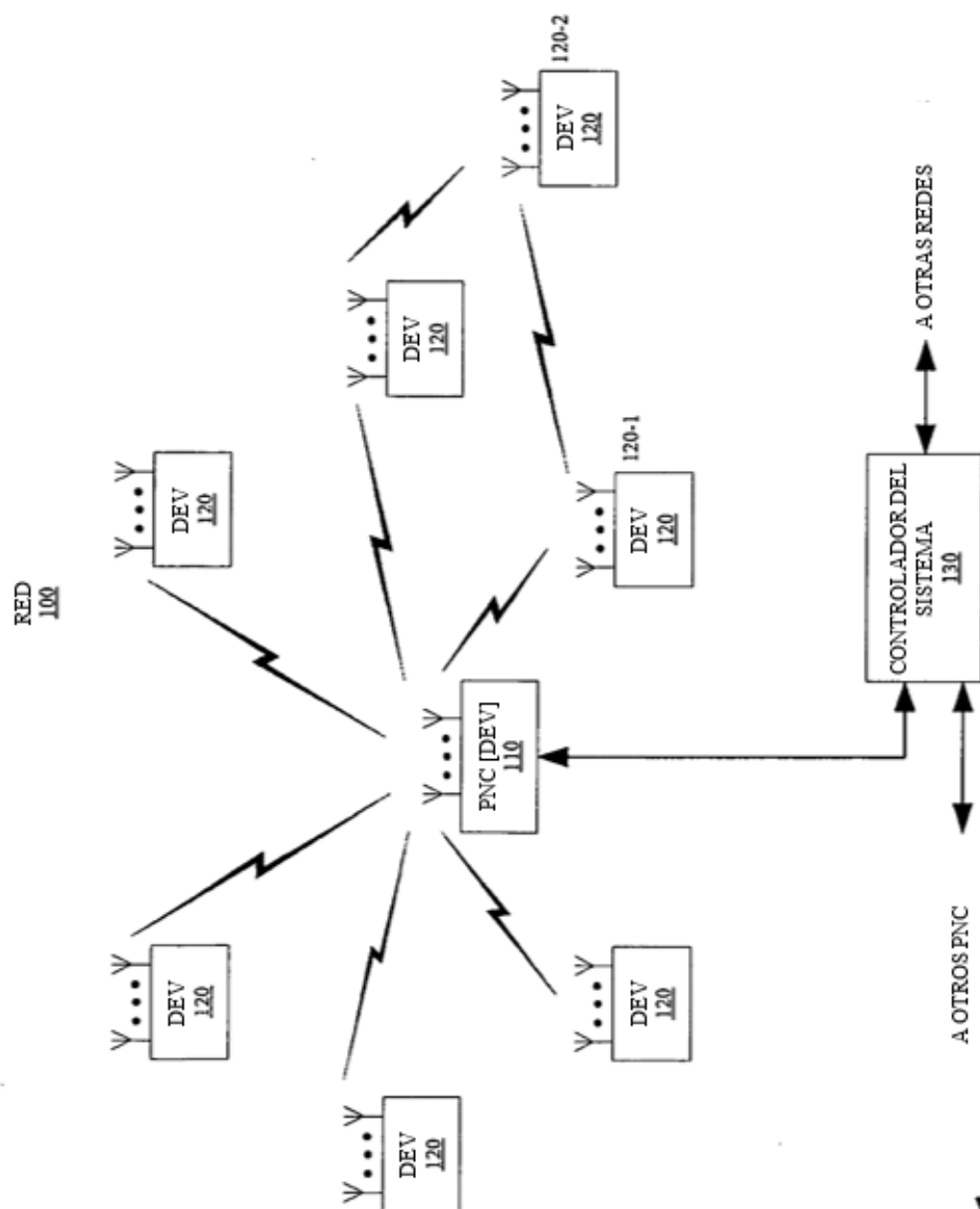
[99] Los aspectos del procedimiento y sistema descritos en el presente documento simplemente ilustran aspectos particulares de la divulgación. Por lo tanto, debería apreciarse que los expertos en la técnica podrán concebir varias disposiciones que, aunque no se hayan descrito o mostrado explícitamente en el presente documento, realizan los principios de la invención y están incluidas dentro de su alcance. Además, todos los ejemplos y el lenguaje condicional que se mencionan en el presente documento están concebidos para ser solo

- con fines pedagógicos, para ayudar al lector a comprender los principios de la divulgación. Esta divulgación y sus referencias asociadas se deben interpretar como sin limitación para dichos ejemplos y condiciones específicamente mencionados. Además, todo lo expuesto en el presente documento relacionado con los principios, aspectos y aspectos de la divulgación, así como los ejemplos específicos de los mismos, está concebido para abarcar equivalencias, tanto estructurales como funcionales, de los mismos. Además, se pretende que tales equivalentes incluyan tanto equivalentes actualmente conocidos como equivalentes desarrollados en el futuro, es decir, cualquier elemento desarrollado que realice la misma función, independientemente de la estructura.
- 5
- 10 **[100]** Los expertos en la técnica deberían apreciar que cualquier diagrama de bloques de este documento representa vistas conceptuales de circuitos, algoritmos y pasos 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
- 15 o procesador, independientemente de que tal ordenador o procesador se muestre o no explícitamente.

# REIVINDICACIONES

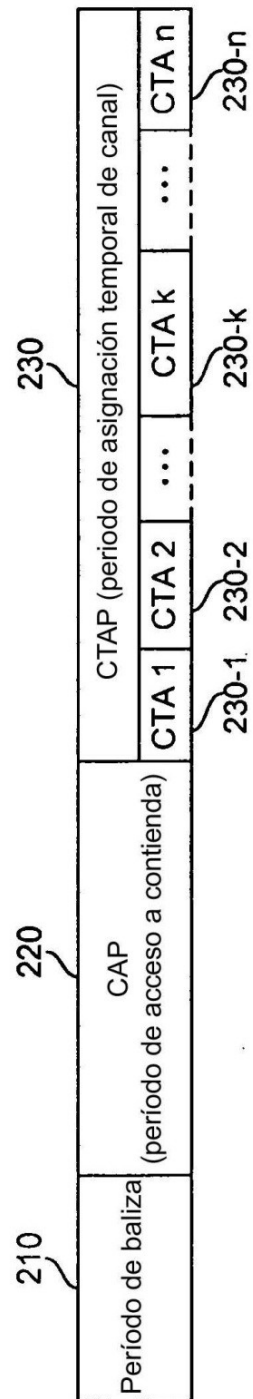
1. Un procedimiento para asociar un primer dispositivo (120) con un segundo dispositivo (110) para comunicaciones inalámbricas que comprende:  
5                   obtener una dirección de transmisión preferente del segundo dispositivo al primer dispositivo (530);  
  
                  determinar una dirección de transmisión preferente del primer dispositivo al segundo dispositivo basándose en la obtención de la dirección de transmisión preferente del segundo dispositivo al primer dispositivo;  
10                   transmitir al segundo dispositivo (110) al menos una petición de asociación (562) que comprende al menos un paquete de una pluralidad de paquetes (562-1, 562-L2, 1200) generados por el primer dispositivo (120), pudiendo transmitirse cada paquete respectivamente en una dirección diferente;  
15                   en el que el al menos un paquete comprende información relacionada con la dirección de transmisión preferente del primer dispositivo al segundo dispositivo determinada; y  
  
                  determinar si se ha enviado una respuesta de asociación desde el segundo dispositivo (110) después de la transmisión de cada uno de los paquetes en la pluralidad de paquetes.  
20
2. El procedimiento, según la reivindicación 1, en el que la obtención comprende realizar un barrido sobre un conjunto de direcciones de recepción por el primer dispositivo (120) para detectar una transmisión desde el segundo dispositivo (110).  
25
3. El procedimiento, según la reivindicación 1, en el que la al menos una petición de asociación (562) se transmite durante un período específico de tiempo asignado por el segundo dispositivo (110) para recibir peticiones de asociación de otros dispositivos.
- 30 4. El procedimiento, según la reivindicación 1, en el que un primer paquete de la pluralidad de paquetes de la al menos una petición de asociación (562) se transmite durante un período específico de tiempo asignado por el segundo dispositivo para recibir peticiones de asociación de otros dispositivos.
- 35 5. Procedimiento, según la reivindicación 1, en el que un primer paquete de la pluralidad de paquetes de la al menos una petición de asociación (562) se transmite utilizando la dirección de transmisión preferente del primer dispositivo al segundo dispositivo determinada.
6. Un aparato (1800) para comunicaciones inalámbricas con otro dispositivo (110) que comprende:  
40                   medios para obtener (1802) una dirección de transmisión preferente del dispositivo al aparato;  
  
                  medios para determinar (1804) una dirección de transmisión preferente del aparato al dispositivo basándose en la obtención de la dirección de transmisión preferente del dispositivo al aparato; y  
45                   medios para transmitir al dispositivo (110) al menos una petición de asociación (562) que comprende al menos un paquete de una pluralidad de paquetes generados por el aparato, pudiendo transmitirse cada paquete respectivamente en una dirección diferente;  
  
                  en el que el al menos un paquete comprende información relacionada con la dirección de transmisión preferente del aparato al dispositivo determinada;  
50                   medios para determinar si se ha recibido una respuesta de asociación desde el dispositivo después de la transmisión de cada uno de los paquetes en la pluralidad de paquetes.
- 55 7. El aparato (1800), según la reivindicación 6, en el que la obtención comprende realizar un barrido sobre un conjunto de direcciones de recepción para detectar una transmisión desde el dispositivo.
8. El aparato (1800), según la reivindicación 7, en el que la transmisión desde el dispositivo (110) comprende una baliza.  
60
9. El aparato (1800), según la reivindicación 8, en el que la baliza se transmitió utilizando una pluralidad de paquetes, transmitiéndose al menos dos paquetes en diferentes direcciones.
- 65 10. El aparato (1800), según la reivindicación 6, en el que la al menos una petición de asociación se transmite durante un período específico de tiempo asignado por el dispositivo para recibir peticiones de asociación de otros dispositivos.

- 5
11. El aparato (1800), según la reivindicación 6, en el que un primer paquete de la pluralidad de paquetes de la al menos una petición de asociación (562) se transmite durante un período específico de tiempo asignado por el dispositivo (110) para recibir peticiones de asociación de otros dispositivos.
12. El aparato (1800), según la reivindicación 6, en el que un primer paquete de la pluralidad de paquetes de la al menos una petición de asociación se transmite utilizando la dirección de transmisión preferente del aparato al dispositivo determinada.
- 10 13. El aparato (1800), según la reivindicación 6 o el procedimiento de la reivindicación 1, en el que cada paquete comprende una longitud de indicador de transmisión.
14. El aparato (1800) o procedimiento, según la reivindicación 13, en el que la longitud del indicador de transmisión comprende un recuento.
- 15 15. Un producto de programa informático para comunicaciones inalámbricas para asociar un primer dispositivo (120) con un segundo dispositivo (110) que comprende:
- 20 un medio legible por máquina que comprende instrucciones ejecutables para llevar a cabo las etapas según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 o 13 y 14.



**FIG. 1**

200



**FIG. 2**

300

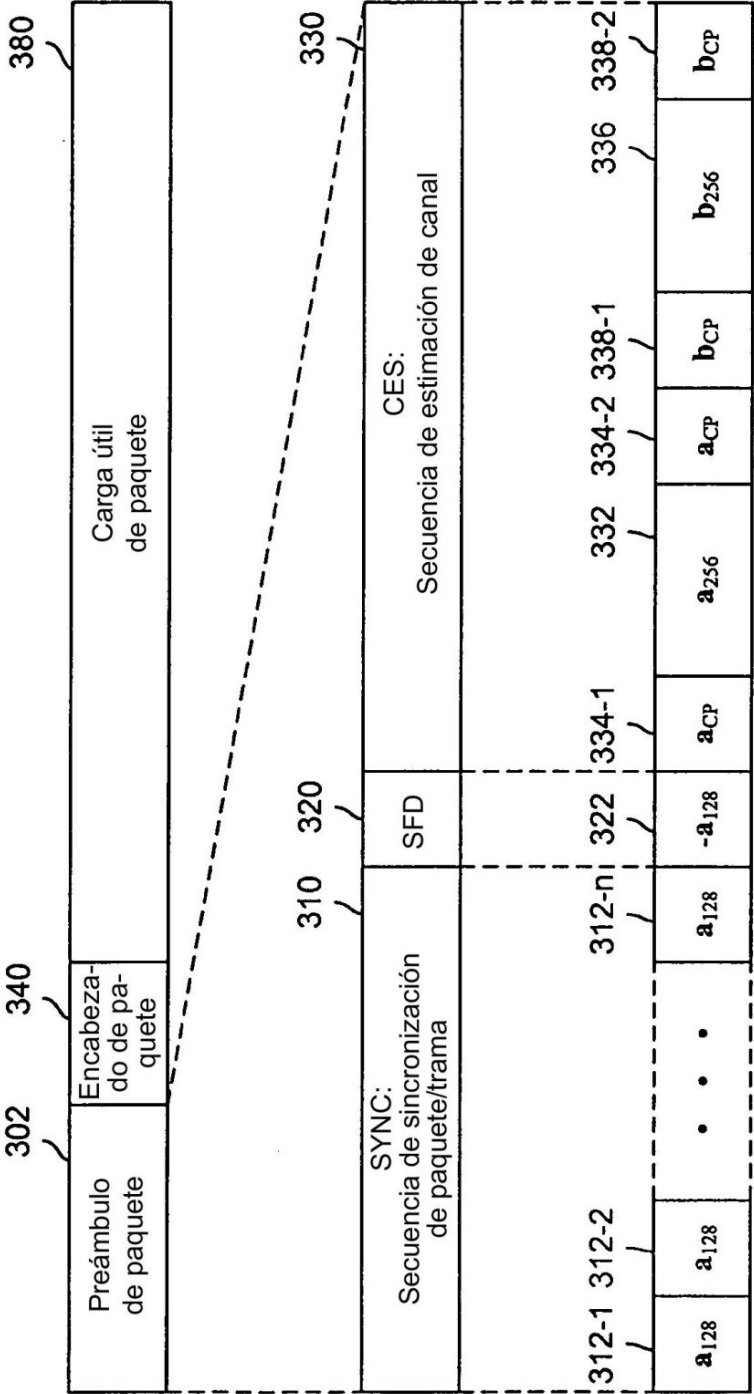


FIG. 3

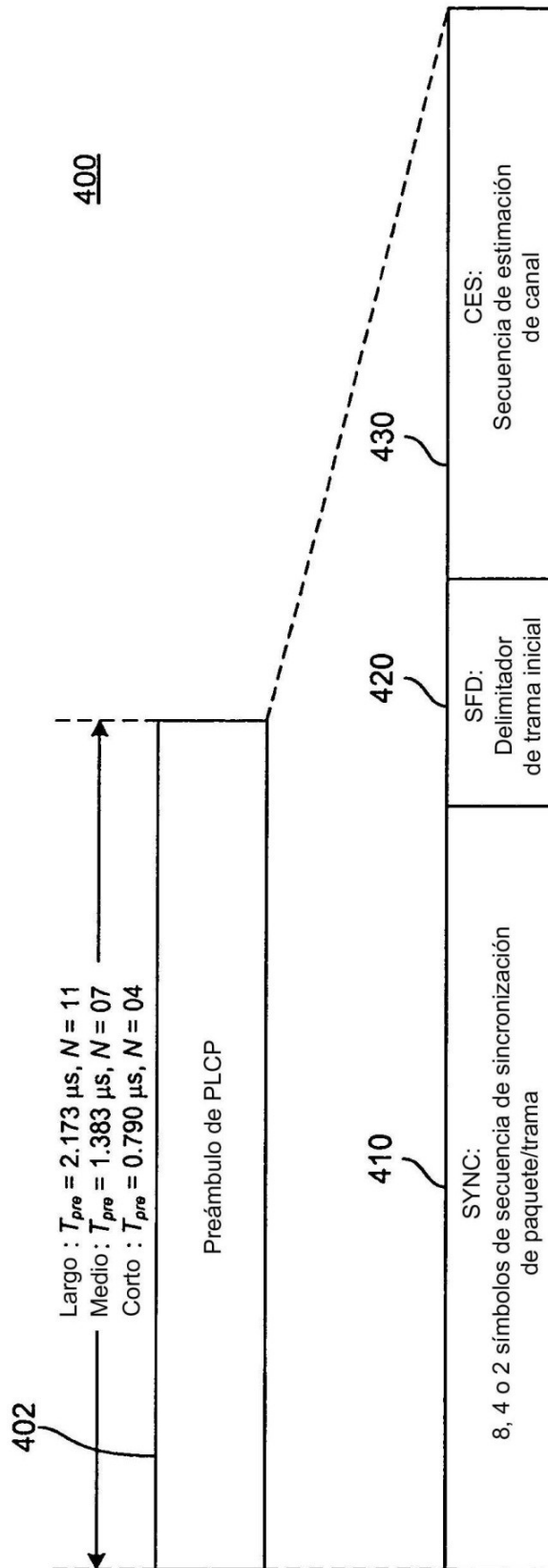
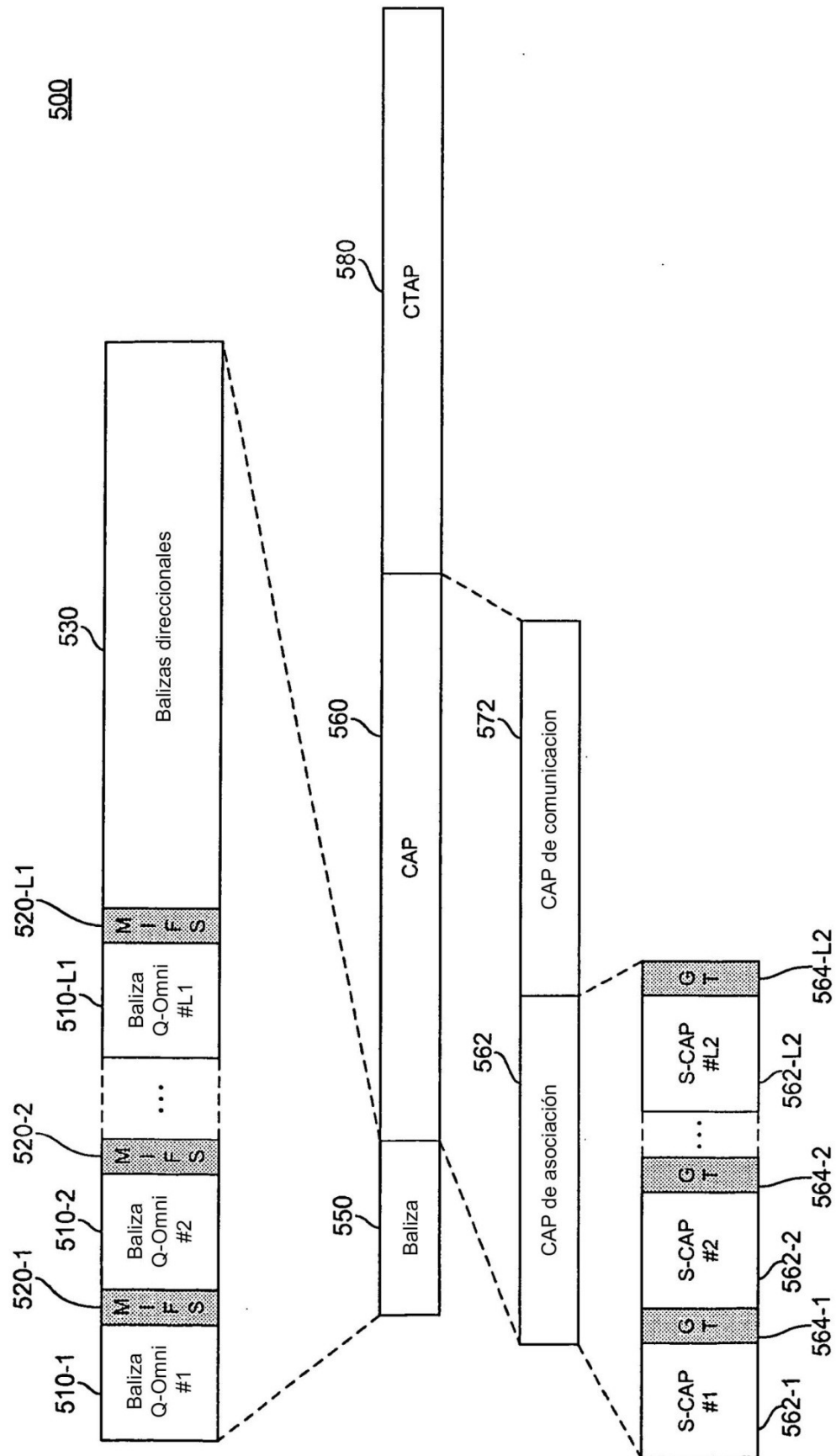
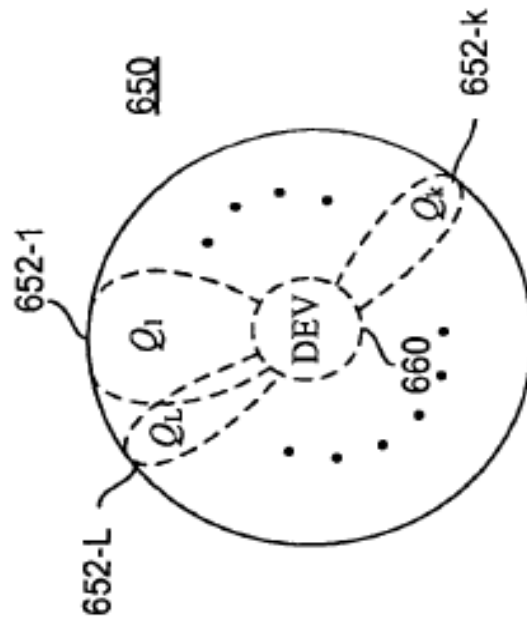


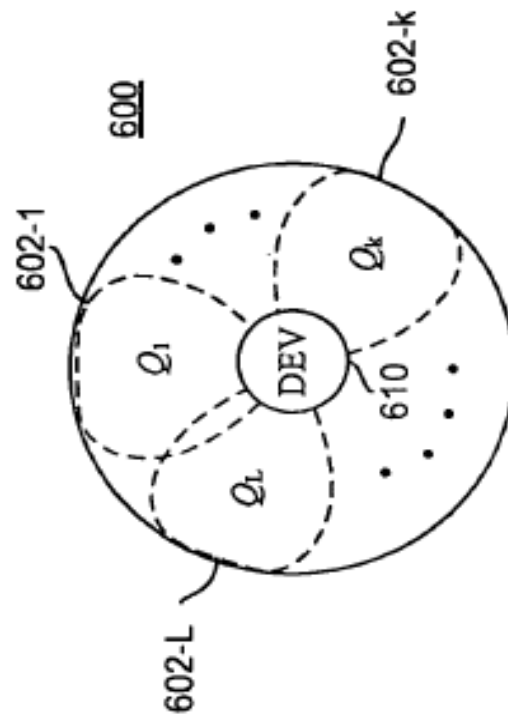
FIG. 4



**FIG. 5**



**FIG. 6B**



**FIG. 6A**

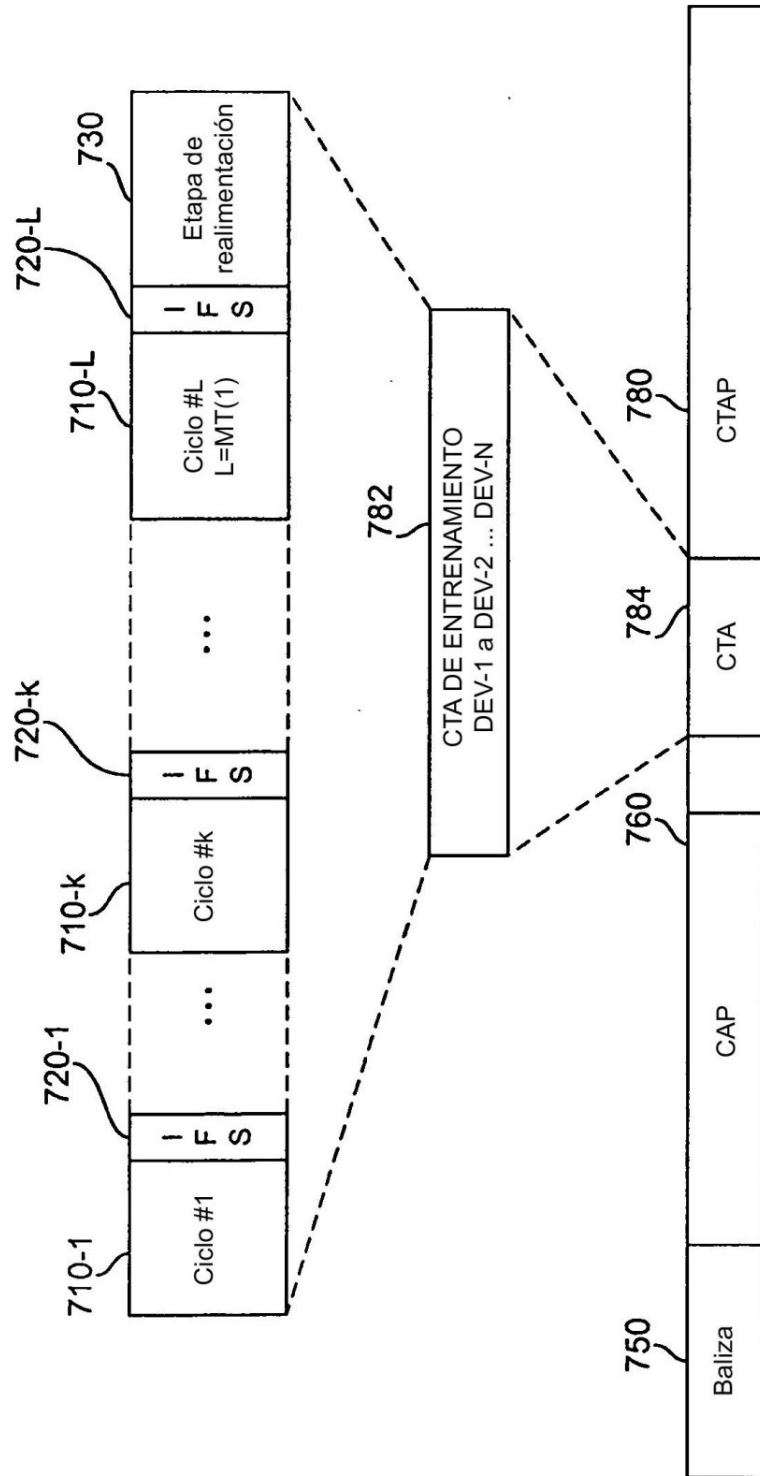
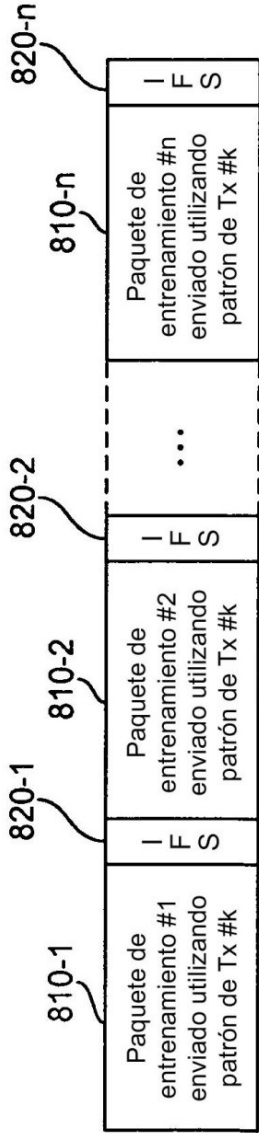


FIG. 7

800



**FIG. 8**

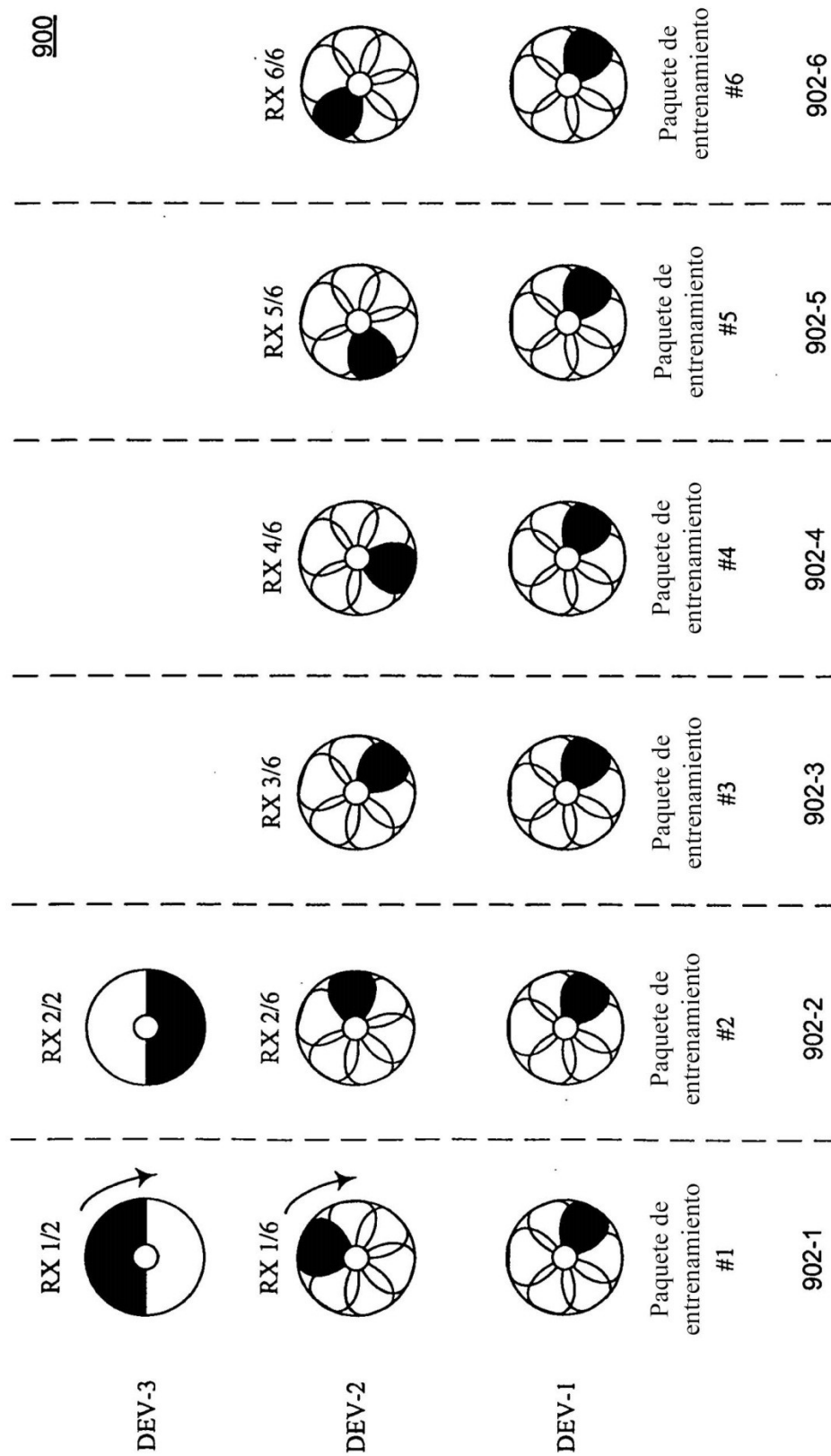


FIG. 9

1000

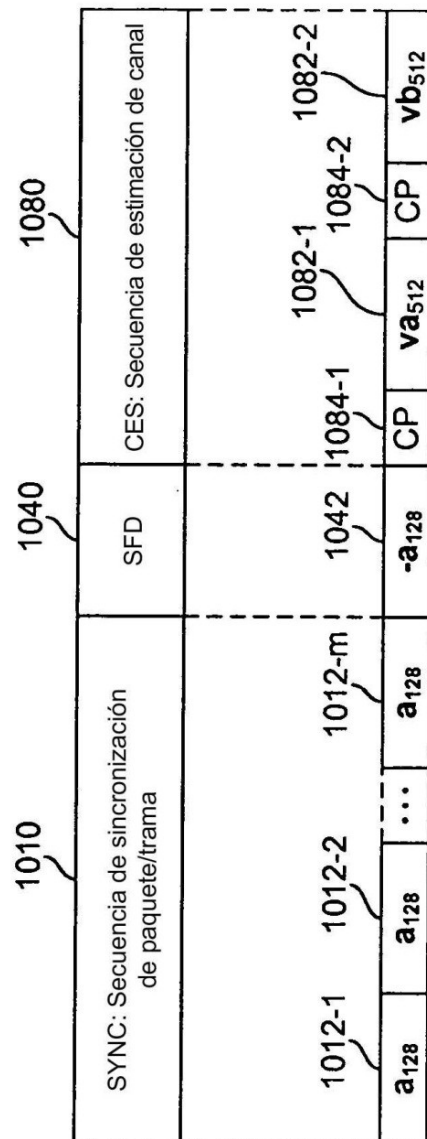
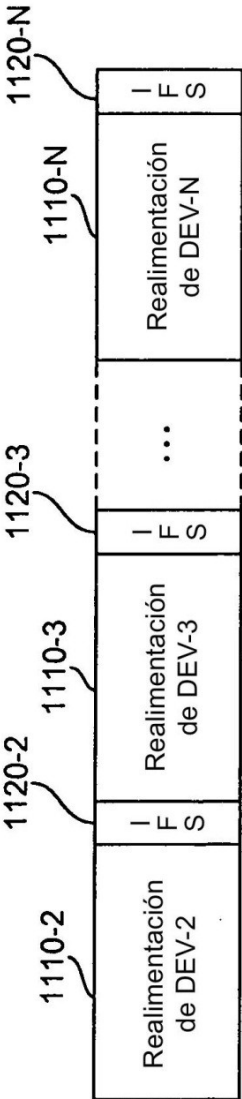
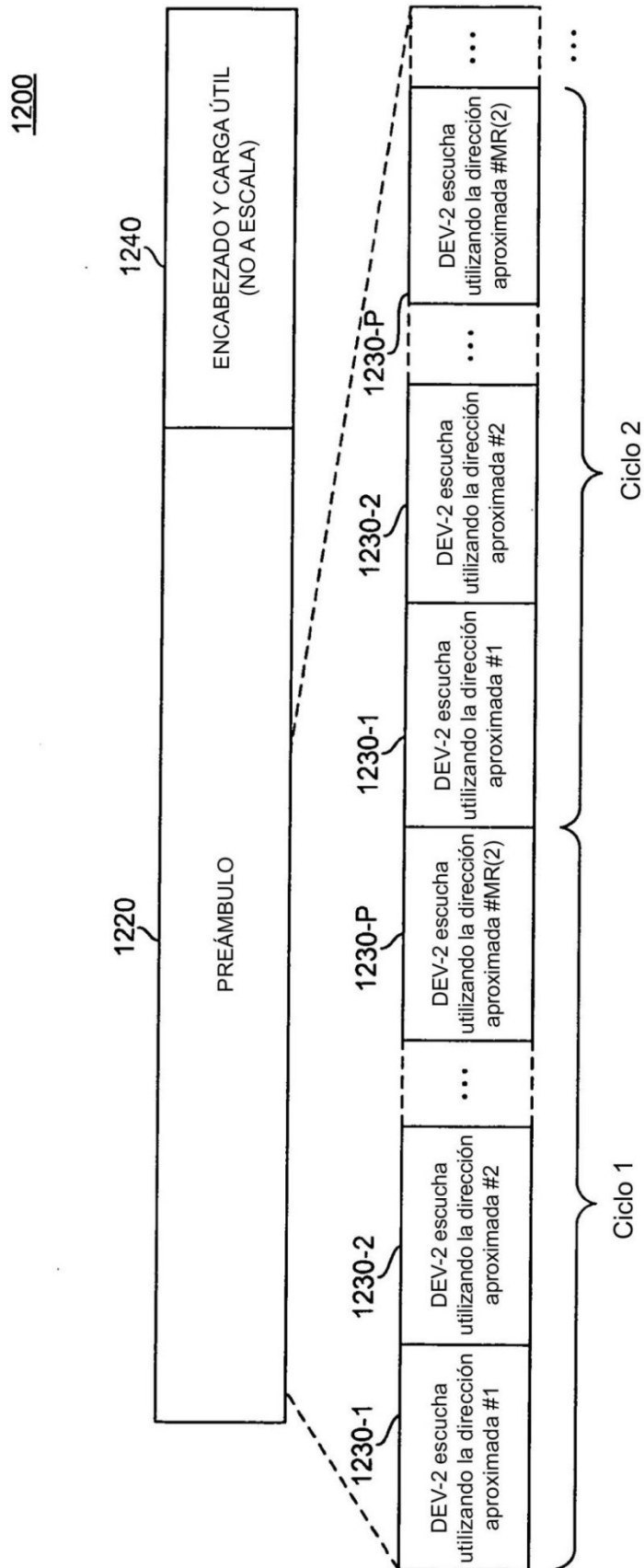


FIG. 10

1100



**FIG. 11**



**FIG. 12**

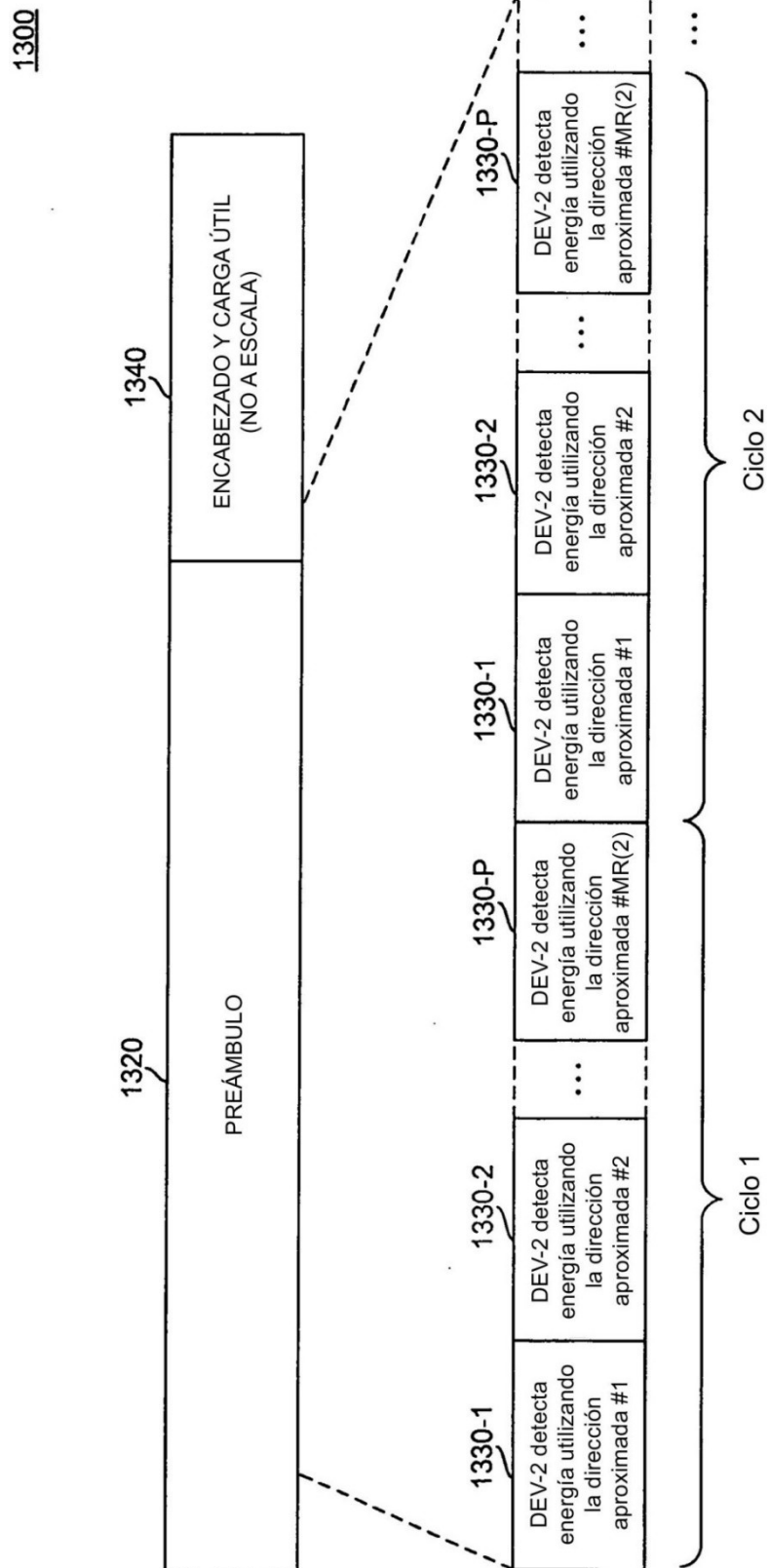
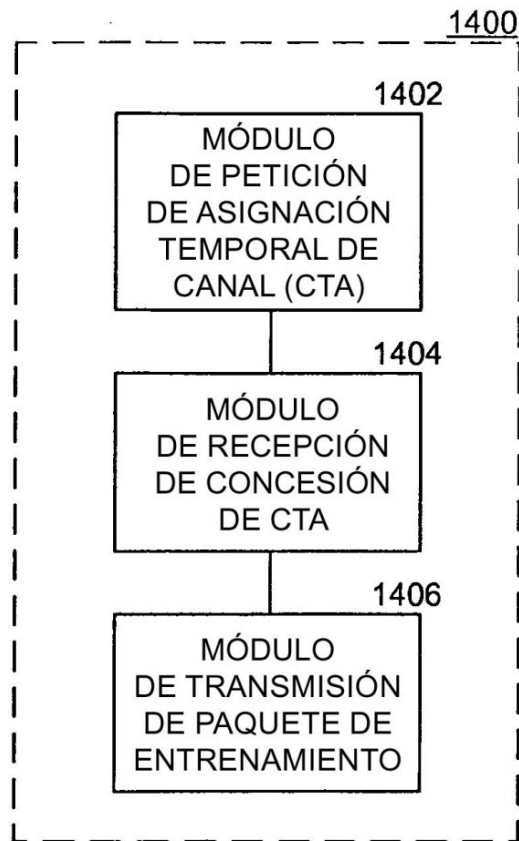
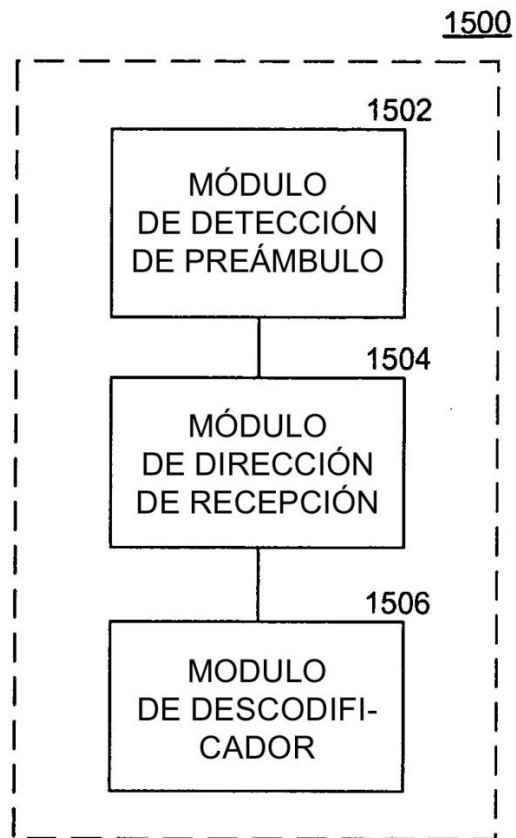


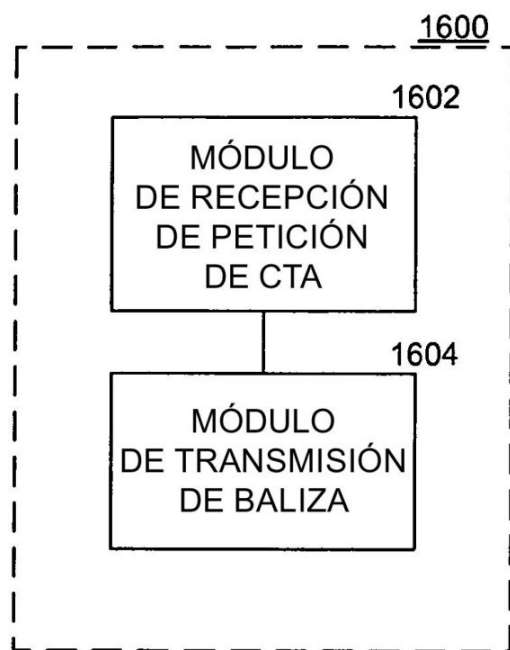
FIG. 13



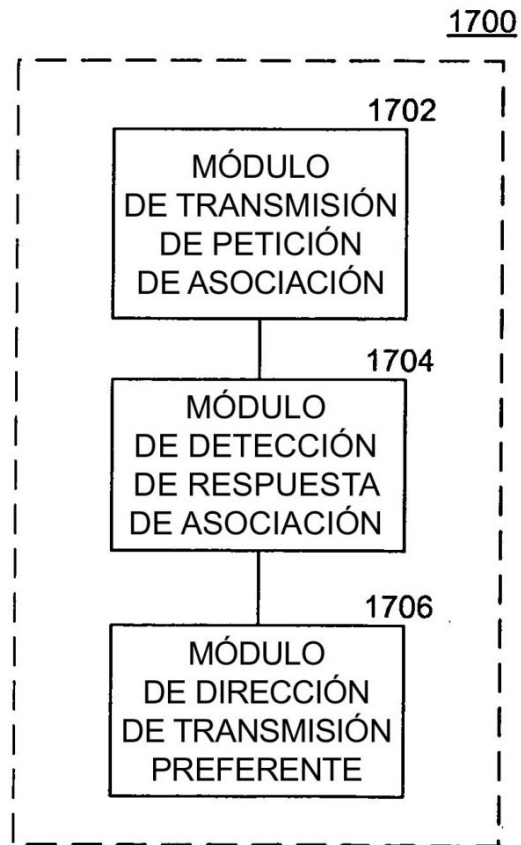
**FIG. 14**



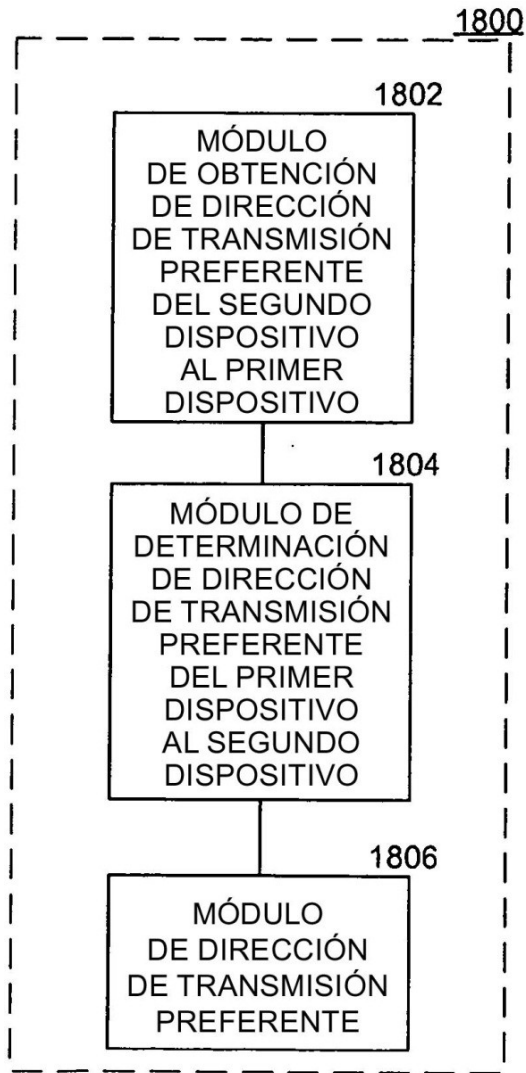
**FIG. 15**



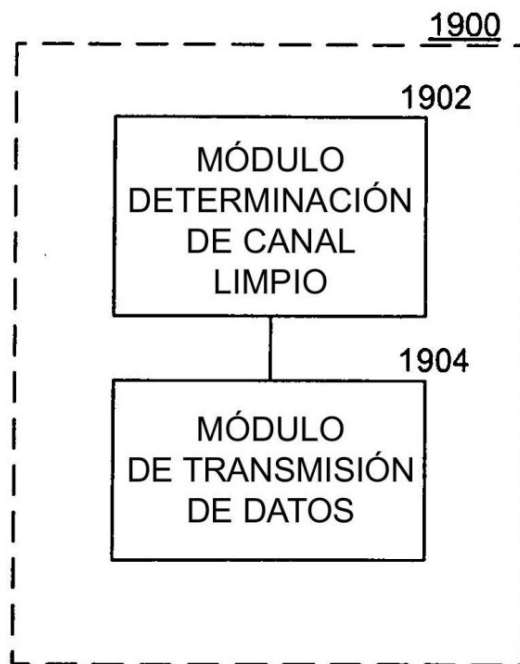
**FIG. 16**



**FIG. 17**

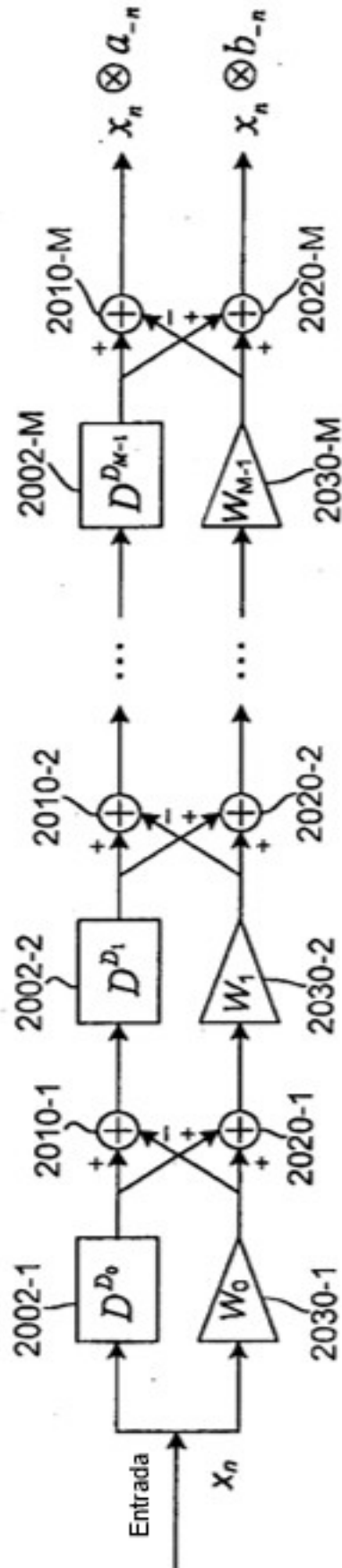


**FIG. 18**



**FIG. 19**

2000



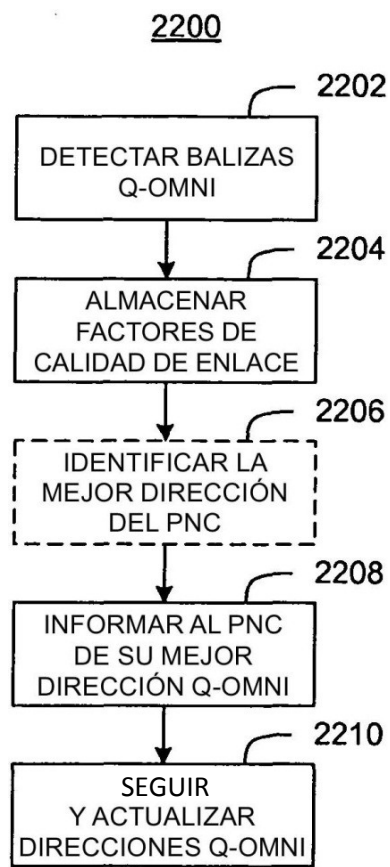
**FIG. 20**

|                                                |  |                                   |                |                |
|------------------------------------------------|--|-----------------------------------|----------------|----------------|
| 1                                              |  | 1                                 | 1              | 2140           |
| Identificador de baliza Q-omni actual (4 bits) |  | Número de balizas Q-omni (4 bits) | Longitud (= 5) | ID de elemento |
| 2150                                           |  | 2152                              | 2154           | 2156           |

FIG. 21A

|                  |                  |                  |                                         |                    |                          |                               |                        |                  |      |      |
|------------------|------------------|------------------|-----------------------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------------|------------------|------|------|
| Octetos: 8       | 1                | 1                | 1                                       | 3                  | 3                        | 3                             | 3                      | 3                | 6    | 2160 |
| Dirección de PNC | Respuesta de PNC | Modo 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 |      |

FIG. 21B



**FIG. 22**