

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 406 362**

51 Int. Cl.:

H04B 7/06 (2006.01)
H04W 72/04 (2009.01)
H04W 72/02 (2009.01)
H04B 7/04 (2006.01)
H04B 7/08 (2006.01)
H04W 8/00 (2009.01)
H04W 74/02 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.11.2009 E 09756611 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.04.2013 EP 2356756**

54 Título: **Procedimiento y aparato para el acceso a un canal direccional en un sistema de comunicaciones inalámbricas**

30 Prioridad:

12.11.2008 US 113602 P
28.03.2009 US 164422 P
12.06.2009 US 483987

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.06.2013

73 Titular/es:

QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)
5775 Morehouse Drive
San Diego, California 92121-1714, US

72 Inventor/es:

LAKKIS, ISMAIL y
BRACHA, VERED BAR

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 406 362 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 el acceso a un canal direccional en un sistema de comunicaciones inalámbricas

Antecedentes**I. Campo de la revelación**

- 5 Esta revelación se refiere, en general, a sistemas de comunicaciones inalámbricas y, más específicamente, a un procedimiento y aparato para el acceso a un canal direccional en un sistema de comunicaciones inalámbricas, en un sistema de comunicaciones inalámbricas.

II. Descripción de la técnica relacionada

- 10 En un aspecto de la técnica relacionada, los dispositivos con una capa física (PHY) que prestan soporte a modalidades de modulación, bien de portadora única, o bien de Multiplexado por División Ortogonal de Frecuencia (OFDM), pueden ser usados para las comunicaciones por ondas milimétricas, tal como en una red que se atiene a los detalles según lo especificado por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) en su estándar 802.15.3c. En este ejemplo, la capa PHY puede ser configurada para las comunicaciones por ondas milimétricas en el espectro entre 57 gigahercios (GHz) y 66 GHz y específicamente, según la región, la capa PHY puede ser configurada para la comunicación en la gama entre 57 GHz y 64 GHz en los Estados Unidos y entre 59 GHz y 66 GHz en Japón.

- 15 Para permitir la interoperabilidad entre dispositivos o redes que prestan soporte a modalidades, bien OFDM o bien de portadora única, ambas modalidades prestan soporte adicionalmente a una modalidad común. Específicamente, la modalidad común es una modalidad de velocidad básica de portadora única, empleada por transceptores, tanto de OFDM como de portadora única, para facilitar la coexistencia y la interoperabilidad entre distintos dispositivos y distintas redes.
- 20 La modalidad común puede ser empleada para proporcionar balizas, transmitir información de control y comando, y ser usada como una velocidad básica para los paquetes de datos.

- Un transceptor de portadora única en una red 802.15.3c emplea habitualmente al menos un generador de código para proporcionar el ensanchamiento de la forma, introducida primero por Marcel J. E. Golay (denominada códigos de Golay), a algunos de, o todos, los campos de una trama de datos transmitida, y para realizar el filtrado correlacionado de una
- 25 señal recibida codificada según Golay. Los códigos complementarios de Golay son conjuntos de secuencias finitas de igual longitud, de modo que un número de pares de elementos idénticos, con cualquier separación dada en una secuencia, sea igual al número de pares de elementos distintos que tienen la misma separación en las otras secuencias. El artículo de S. Z. Budisin, "Compresor de pulso eficaz para secuencias complementarias de Golay", Electronic Letters, 27, n° 3, págs. 219 a 220, 31 de enero de 1991, que es incorporado a la presente por referencia, muestra un transmisor para generar códigos complementarios de Golay, así como un filtro correlacionado de Golay.
- 30

- Para dispositivos de baja potencia, es ventajoso, para la modalidad común, emplear una señal Modulada de Fase Continua (CPM) que tenga una envolvente constante, de modo que los amplificadores de potencia puedan ser operados a la máxima potencia de salida sin afectar al espectro de la señal filtrada. La Modulación por Desplazamiento Mínimo Gaussiano (GMSK) es una forma de modulación continua de fase que tiene ocupación espectral compacta, al escoger un
- 35 parámetro de producto temporal de ancho de banda (BT) adecuado en un filtro Gaussiano. La envolvente constante hace que la GMSK sea compatible con el funcionamiento de un amplificador de potencia no lineal, sin el recrecimiento espectral concomitante asociado a las señales de envolvente no constante.

- Diversas técnicas pueden ser implementadas para producir formas de pulsos de GMSK. Por ejemplo, puede implementarse la modulación de clave de desplazamiento de fase (BPSK) $\pi/2$ -binaria (o BPSK $\pi/2$ -diferencial) con un pulso de GMSK linealizado, tal como lo mostrado en el artículo de I. Lakkis, J. Su y S. Kato "Un demodulador de GMSK coherente y sencillo", Comunicaciones de Radio Personales, Internas y Móviles del IEEE (PIMRC) 2001, que está incorporado por referencia a la presente memoria, para la modalidad común.
- 40

- Se reclama atención al documento US2004196822 (A1), que describe un proceso de identificación de señal de antena adaptable, para proporcionar rechazo aumentado a la interferencia en una red de datos inalámbrica, tal como una Red de Área Local (LAN) inalámbrica. Una antena adaptable, tal como una antena direccional, puede ser guiada hacia diversas orientaciones del ángulo de llegada. Por ejemplo, la antena adaptable puede ser guiada hacia la última mejor dirección conocida para la recepción de una señal detectada específica. Cuando el proceso descrito es desplegado en una función de retransmisión, los mensajes recibidos desde un primer nodo son remitidos a un segundo nodo usando una dirección registrada de la mejor recepción desde el segundo nodo. El almacenamiento del mejor ángulo de antena para la propagación a los nodos vecinos puede ser gestionado por funciones de control, de una manera que sea análoga a otras
- 50 tablas de búsqueda de encaminador, tal como estar contenido en una tabla de búsqueda que almacena direcciones del Protocolo de Internet (IP).

Resumen

5 De acuerdo a la presente invención, se proporcionan un procedimiento y aparato de comunicaciones inalámbricas, según lo expuesto en las reivindicaciones 1 y 4. Las realizaciones de la invención son reveladas en las reivindicaciones dependientes.

Los aspectos revelados en la presente memoria pueden ser ventajosos para sistemas que emplean redes de área personal inalámbricas (WPAN) de ondas milimétricas, tal como las definidas por el protocolo IEEE802.15.3c. Sin embargo, la revelación no pretende estar limitada a tales sistemas, ya que otras aplicaciones pueden beneficiarse de ventajas similares.

10 Según otro aspecto de la revelación, se proporciona un procedimiento de comunicaciones inalámbricas. El procedimiento incluye detectar al menos una parte de un preámbulo de un paquete transmitido por un primer dispositivo, recorriendo una pluralidad de direcciones de recepción; recibir y descodificar una cabecera del paquete, en base a una primera dirección de recepción, para identificar que el primer dispositivo hubiera transmitido el paquete; y completar la recepción del paquete en base a una segunda dirección de recepción.

15 Según otro aspecto de la revelación, se proporciona un aparato de comunicaciones; el aparato de comunicaciones inalámbricas incluye un medio para detectar al menos una parte de un preámbulo de un paquete transmitido por un primer dispositivo, recorriendo una pluralidad de direcciones de recepción; un medio para recibir y descodificar una cabecera del paquete, en base a una primera dirección de recepción, para identificar que el primer dispositivo hubiera transmitido el paquete; y un medio para completar la recepción del paquete, en base a una segunda dirección de recepción.

20 Según otro aspecto de la revelación, se proporciona un producto de programa de ordenador para comunicaciones inalámbricas. El producto de programa de ordenador incluye un medio legible por máquina con instrucciones ejecutables para detectar al menos una parte de un preámbulo de un paquete transmitido por un primer dispositivo, recorriendo una pluralidad de direcciones de recepción; recibir y descodificar una cabecera del paquete, en base a una primera dirección de recepción, para identificar que el primer dispositivo hubiera transmitido el paquete; y completar la recepción del paquete, en base a una segunda dirección de recepción.

25 Según otro aspecto de la revelación, se proporciona un aparato de comunicaciones. El aparato de comunicaciones incluye un sistema de procesamiento configurado para detectar al menos una parte de un preámbulo de un paquete transmitido por un primer dispositivo, recorriendo una pluralidad de direcciones de recepción; recibir y descodificar una cabecera del paquete en base a una primera dirección de recepción, para identificar que el primer dispositivo hubiera transmitido el paquete; y completar la recepción del paquete, en base a una segunda dirección de recepción.

Breve descripción de los dibujos

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

35 la FIG. 2 es un diagrama de una estructura de supertrama, configurada de acuerdo a un aspecto de la revelación que es usado en la red inalámbrica de la FIG. 1;

la FIG. 3 es un diagrama de una estructura de trama / paquete, configurada de acuerdo a un aspecto de la revelación que es usado en la estructura de supertrama de la FIG. 2;

la FIG. 4 es un diagrama de estructura de un preámbulo que tiene diversas longitudes, de acuerdo a un aspecto de la revelación;

40 la FIG. 5 es un diagrama de estructura de una estructura de supertrama, para su uso en la formación proactiva de haces, según lo configurado de acuerdo a un aspecto de la revelación;

las FIG. 6A y 6B son diagramas que ilustran diversos patrones de antenas que pueden ser implementados en dispositivos en la red inalámbrica de la FIG. 1, de acuerdo a un aspecto de la revelación;

45 la FIG. 7 es un diagrama de bloques de una estructura de supertrama para una secuencia de entrenamiento, configurada de acuerdo a un aspecto de la revelación, usado 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 usada durante un ciclo de entrenamiento general en la secuencia de entrenamiento de la FIG. 7, según lo configurado de acuerdo a un aspecto de la revelación;

la FIG. 9 es un diagrama de temporización para un ciclo ejemplar de la secuencia de entrenamiento de la FIG. 7, según lo

configurado de acuerdo a un aspecto de la revelación;

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

5 la FIG. 11 es una estructura de trama para una etapa de retroalimentación de la secuencia de entrenamiento de la FIG. 7, configurada en un aspecto de la revelación;

la FIG. 12 es una estructura de paquete transmitido y una descripción de temporización para un dispositivo, para detectar el paquete transmitido;

la FIG. 13 es una estructura de paquete transmitido y una descripción de temporización para un dispositivo, para detectar la transmisión por otros dispositivos;

10 la FIG. 14 es un diagrama de bloques de un aparato de solicitud de entrenamiento, configurado de acuerdo a un aspecto de la revelación;

la FIG. 15 es un diagrama de bloques de un aparato receptor configurado de acuerdo a un aspecto de la revelación;

la FIG. 16 es un diagrama de bloques de un aparato de adjudicación de tiempo de canal, configurado de acuerdo a un aspecto de la revelación;

15 la FIG. 17 es un diagrama de bloques de un aparato de solicitud de asociación, para asociar un primer dispositivo con un segundo dispositivo, configurado de acuerdo a un aspecto de la revelación;

la FIG. 18 es un diagrama de bloques de un aparato de adquisición de direcciones preferidas, configurado de acuerdo a un aspecto de la revelación; y

20 la FIG. 19 es un diagrama de bloques de un aparato de determinación de canal despejado, configurado de acuerdo a un aspecto de la revelación.

La FIG. 20 es un diagrama de bloques de un circuito de código de Golay, configurado de acuerdo a un aspecto de la revelación;

las FIG. 21A y 21B son elementos de información de formación de haces y de supertrama, configurados de acuerdo a un aspecto de la revelación; y

25 la FIG. 22 es un diagrama de flujo de un dispositivo con una antena receptora omnidireccional, configurada de acuerdo a diversos aspectos de la revelación.

Según la práctica común, las diversas características ilustradas en los dibujos pueden ser simplificadas para mayor claridad. De tal modo, los dibujos pueden no representar todos los componentes de un aparato (p. ej., un dispositivo) o procedimiento dados. Además, los números de referencia iguales pueden ser usados para indicar características iguales en toda la extensión de la memoria y de las figuras.

30

Descripción detallada

Diversos aspectos de la revelación son descritos a continuación. Debería ser evidente que las revelaciones en la presente memoria pueden ser realizadas en una amplia variedad de formas y que cualquier estructura o función específica, o ambas, revelada(s) en la presente memoria es, o son, meramente representativa(s). En base a las revelaciones en la presente memoria, algún experto en la técnica debería apreciar que un aspecto revelado en la presente memoria puede ser implementado independientemente de otros aspectos cualesquiera, y que dos o más de estos aspectos pueden ser combinados de diversas maneras. Por ejemplo, un aparato puede ser implementado, o un procedimiento puede ser puesto en práctica, usando cualquier número de los aspectos expuestos en la presente memoria. Además, un aparato de ese tipo puede ser implementado, o un procedimiento de ese tipo puede ser puesto en práctica, usando otra estructura, funcionalidad, o estructura y funcionalidad, además de, o en lugar de, uno o más de los aspectos expuestos en la presente memoria.

35

40

En la siguiente descripción, con fines de explicación, numerosos detalles específicos son expuestos a fin de proporcionar una comprensión exhaustiva de la revelación. Debería entenderse, sin embargo, que los aspectos específicos mostrados y descritos en la presente memoria no están concebidos para limitar la revelación a ninguna forma específica, sino que, en cambio, la revelación ha de cubrir todas las modificaciones, equivalentes y alternativas que caigan dentro del alcance de la revelación, según lo definido por las reivindicaciones.

45

En un aspecto de la revelación, se proporciona un sistema de ondas milimétricas de modalidad dual que emplea modulación de portadora única y OFDM, con una señalización común de portadora única. La modalidad común es una

modalidad de portadora única usada tanto por la portadora única como por los dispositivos de OFDM para balizar, señalizar, formar haces, y para las comunicaciones de datos de velocidad básica.

Varios aspectos de una red inalámbrica 100 serán ahora presentados con referencia a la FIG. 1, que es una red formada de una manera que es compatible con el estándar de Redes de Área Personal (PAN) IEEE 802.15.3c, y denominado en la presente memoria una picored. La red 100 es un sistema inalámbrico de comunicación de datos ad hoc que permite a un número de dispositivos de datos independientes, tales como una pluralidad de dispositivos de datos (DISP) 120, comunicarse entre sí. Las redes con funcionalidad similar a la red 100 también son denominadas un conjunto de servicios básicos (BSS) o un servicio básico independiente (IBSS), si la comunicación es entre un par de dispositivos.

Cada DISP de la pluralidad de los DISP 120 es un dispositivo que implementa una interfaz MAC y PHY con el medio inalámbrico de la red 100. Un dispositivo con funcionalidad similar a los dispositivos en la pluralidad de los DISP 120 puede ser denominado 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 revelación están concebidos para aplicarse a todos los nodos inalámbricos adecuados, independientemente de su nomenclatura específica.

Según el estándar IEEE 802.15.3c, un DISP asumirá el papel de coordinador de la picored. Este DISP coordinador es denominado un Coordinador de PicoRed (PNC) y está ilustrado en la FIG. 1 como un PNC 110. De tal modo, el PNC incluye la misma funcionalidad de dispositivo de la pluralidad de otros dispositivos, pero proporciona la coordinación para la red. Por ejemplo, el PNC 110 proporciona servicios tales como la temporización básica para la red 100, usando una baliza; y la gestión de requisitos cualesquiera de Calidad de Servicio (QoS), de modalidades de ahorro de energía y del control de acceso a la red. Un dispositivo con funcionalidad similar, según lo descrito para el PNC 110, en otros sistemas puede ser denominado un punto de acceso, una estación base, una estación transceptora base, una estación, un terminal, un nodo, un terminal de acceso que actúa como un punto de acceso, o con alguna otra terminología adecuada. Tanto los DISP como los PNC pueden ser denominados nodos inalámbricos. En otras palabras, un nodo inalámbrico puede ser un DISP o un PNC.

El PNC 110 coordina la comunicación entre los diversos dispositivos en la red 100, usando una estructura denominada supertrama. Cada supertrama está acotada en base al tiempo, por periodos de baliza. El PNC 110 también puede estar acoplado con un controlador 130 de sistema para comunicarse con otras redes u otros PNC.

La FIG. 2 ilustra una supertrama 200 usada para la temporización de la picored en la red 100. En general, una supertrama es una estructura básica de división del tiempo que contiene un periodo de baliza, un periodo de adjudicación de tiempo de canal y, optativamente, un periodo de acceso a contención. La longitud de una supertrama también es conocida como el intervalo de baliza (BI). En la supertrama 200, se proporciona un periodo de baliza (BP) 210, durante el cual un PNC, tal como el PNC 110, envía tramas baliza, según se describe adicionalmente en la presente memoria.

Un Periodo de Acceso a Contención (CAP) 220 es usado para comunicar comandos y datos, ya sea entre el PNC 110 y un DISP en la pluralidad de los DISP 120 en la red 100, o bien entre cualquiera de los DISP en la pluralidad de los DISP 120 en la red 100. El procedimiento de acceso para el CAP 220 puede estar basado en un protocolo aloha ranurado o un protocolo de acceso múltiple con detección de portadora y evitación de colisiones (CSMA / CA). El CAP 220 puede no estar incluido por el PNC 110 en cada supertrama.

Un Periodo de Adjudicación de Tiempo de Canal (CTAP) 220, que está basado en un protocolo de Acceso Múltiple por División del Tiempo (TDMA), es proporcionado por el PNC 110 para adjudicar tiempo para la pluralidad de los DISP 120, para usar los canales en la red 100. Específicamente, el CTAP está dividido en uno o más periodos de tiempo, denominados Adjudicaciones de Tiempo de Canal (CTA), que son adjudicados por el PNC 110 a pares de dispositivos; un par de dispositivos por CTA. De ese modo, el mecanismo de acceso para las CTA está basado en el TDMA.

Durante el periodo de baliza, las balizas que usan un conjunto de patrones de antena, denominadas balizas cuasi-omni, o "Q-omni", son transmitidas primero. Las balizas direccionales, es decir, las balizas transmitidas usando una mayor ganancia de antena en alguna(s) dirección(es) pueden ser adicionalmente transmitidas durante el periodo de baliza, o en el CTAP entre el PNC y uno o múltiples dispositivos.

La FIG. 3 es un ejemplo de una estructura 300 de trama que puede ser usada para una trama de portadora única, OFDM o modalidad común. Según se usa en la presente memoria, el término "trama" también puede ser denominado un "paquete", y estos dos términos deberían ser considerados sinónimos. La estructura 300 de trama incluye un preámbulo 302, una cabecera 340 y una carga útil 380 del paquete. La modalidad común usa códigos de Golay para los tres campos, es decir, para el preámbulo 302, la cabecera 340 y la carga útil 380 del paquete. La señal de modalidad común usa códigos de ensanchamiento de Golay con modulación $\pi/2$ -BPSK a nivel de chip para ensanchar los datos en dicha trama. La cabecera 340, que es una cabecera conforme al protocolo de convergencia de capa física (PLCP), y la carga útil 380 del paquete, que es una unidad de datos de servicio de capa física (PSDU), incluyen símbolos ensanchados con un par de códigos de Golay de longitud 64. Diversos parámetros de trama, que incluyen, a modo de ejemplo, pero sin

limitación, el número de repeticiones del código de Golay y las longitudes del código de Golay, pueden ser adaptados de acuerdo a diversos aspectos de la estructura 300 de trama. En un aspecto, los códigos de Golay empleados en el preámbulo pueden ser seleccionados entre códigos de Golay de longitud 128 o de longitud 256. Los códigos de Golay usados para el ensanchamiento de datos pueden comprender códigos de Golay de longitud 64 o de longitud 128.

5 Con referencia nuevamente a la FIG. 3, el preámbulo 302 incluye un campo 310 de secuencia de sincronización de paquete, un campo 320 delimitador de trama de inicio (SFD) y un campo 330 de secuencia de estimación de canal. El preámbulo 302 puede ser acortado cuando se usan velocidades mayores de datos. Por ejemplo, la longitud por omisión del preámbulo puede ser fijada en 36 códigos de Golay para la modalidad común, que está asociada a una velocidad de datos del orden de 50 Mbps. Para una velocidad de datos del orden de 1,5 Gbps, el preámbulo 302 puede ser acortado a 16 códigos de Golay y, para velocidades de datos de alrededor de 3 Gbps, el preámbulo 302 puede ser acortado adicionalmente a 8 códigos de Golay. El preámbulo 302 también puede ser conmutado a un preámbulo más corto, en base a una solicitud, bien implícita o bien explícita, desde un dispositivo.

10 El campo 310 de secuencia de sincronización de paquetes es una repetición de unos, ensanchada por uno de los códigos (a_{128}^i, b_{128}^i) complementarios de Golay de longitud 128, según lo representado por los códigos 312-1 a 312-n en la FIG. 3. El campo SFD 320 comprende un código específico, tal como $\{-1\}$, que es ensanchado por uno de los códigos (a_{128}^i, b_{128}^i) complementarios de Golay de longitud 128, según lo representado por un código 322 en la FIG. 3. El campo CES 330 puede ser ensanchado usando un par de códigos (a_{256}^i, b_{256}^i) complementarios de Golay de longitud 256, según lo representado por los códigos 332 y 336, y puede comprender adicionalmente al menos un prefijo cíclico, según lo representado por 334-1 y 338-1, tal como a_{CP}^i o b_{CP}^i , que son códigos de Golay de longitud 128, donde CP es el Prefijo Cíclico o Posfijo. Un posfijo cíclico para cada uno de los códigos 332 y 336, tal como a_{CP}^i o b_{CP}^i , respectivamente, según lo representado por 334-2 y 338-2, respectivamente, son códigos de Golay de longitud 128.

15 En un aspecto, la cabecera 340 emplea aproximadamente una velocidad de media codificación de Reed Solomon (RS), mientras que la carga útil 380 del paquete emplea una velocidad de 0,937 veces la codificación de RS, RS (255,239). La cabecera 340 y la carga útil 380 del paquete pueden ser de valores binarios o complejos, y ser ensanchados usando 20 códigos a_{64}^i y / o b_{64}^i complementarios de Golay de longitud 64. Preferiblemente, la cabecera 340 debería ser transmitida de una manera más robusta que la carga útil 380 del paquete, para minimizar la tasa de errores de paquete, debido a la tasa de errores de cabecera. Por ejemplo, la cabecera 340 puede ser dotada de una ganancia de codificación entre 4dB y 6dB mayor que la parte de datos en la carga útil 380 del paquete. La velocidad de cabecera también puede ser adaptada en respuesta a cambios en la velocidad de datos. Por ejemplo, para una gama de velocidades de datos de hasta 1,5 Gbps, la velocidad de cabecera puede ser de 400 Mbps. Para velocidades de datos de 3 Gbps, la velocidad de cabecera puede ser de 800 Mbps, y para una gama de velocidades de datos de hasta 6 Gbps, la velocidad de cabecera puede fijarse en 1,5 Gbps. Una proporción constante de la velocidad de cabecera puede ser mantenida con respecto a una gama de velocidades de datos. De este modo, según varía la velocidad de datos entre una gama a otra, la velocidad de cabecera puede ser ajustada para mantener una razón constante entre la velocidad de cabecera y la gama de velocidades de datos. Es importante comunicar el cambio en la velocidad de cabecera a cada dispositivo en la pluralidad de los DISP 120 en la red 100. Sin embargo, la actual estructura 300 de trama en la FIG. 3, usada por todas las modalidades (es decir, modalidades de portadora única, de OFDM y común), no incluye la capacidad de hacerlo.

La FIG. 4 ilustra un preámbulo 400 de acuerdo a aspectos de la revelación. Tres preámbulos están definidos de la siguiente manera:

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

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

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

donde un símbolo es un código de Golay de longitud 512 y puede ser construido a partir tanto de un código único como de un par de códigos Golay de longitud 128.

45 Durante el periodo de baliza, las balizas con patrones cuasi-omni, es decir, patrones que cubren un área relativamente amplia de la región del espacio que interesa, denominadas balizas "Q-omni", son transmitidas primero. Las balizas direccionales, es decir, las balizas transmitidas usando una mayor ganancia de antena en alguna(s) dirección(es), pueden ser transmitidas adicionalmente durante el periodo de baliza o en el CTAP, entre el PNC y uno o más dispositivos. Un único conjunto de secuencias de preámbulo puede ser asignado a cada picored dentro del mismo canal de frecuencia, 50 con el fin de mejorar la frecuencia y la reutilización espacial:

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

donde las secuencias base $S_{512,m}$ ocupan cuatro conjuntos de contenedores de frecuencias no solapados y, por lo tanto, son ortogonales tanto en el tiempo como en la frecuencia. La m-ésima secuencia base ocupa los contenedores de

frecuencias $m, m+4, m+8, m+12, \dots$. En un aspecto de la revelación, las secuencias modificadas de Golay son generadas a partir de otras secuencias de Golay, tales como las secuencias complementarias regulares de Golay, usando el filtrado del dominio del tiempo o de la frecuencia, para asegurar que solamente sean establecidas las subportadoras usadas, en lugar de todas las 512 subportadoras.

5 El término "secuencias complementarias regulares de Golay", según se usa en la presente memoria, e indicado por **a** y **b**, puede ser generado usando los siguientes parámetros:

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

10 La FIG. 20 ilustra circuitos 2000 de código Golay que pueden ser empleados, bien como un generador de código de Golay o bien como un filtro correlacionado en algunos aspectos de la revelación. Los circuitos 2000 de código de Golay 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 estar fijado, incluso cuando los circuitos 2000 de código de Golay están configurados para producir múltiples pares de códigos complementarios de Golay. Los circuitos 2000 de códigos de Golay también incluyen una secuencia de elementos 2030-1 a 2030-M adaptables de inserción de vectores de semilla, configurados para multiplicar una segunda señal de entrada por al menos uno entre una pluralidad de distintos vectores de semilla $\mathbf{W} = [W(0), W(1), \dots, W(M-1)]$, para generar una pluralidad de señales de semilla. La salida de cada uno entre la secuencia de elementos 2030-1 a 2030-M adaptables de inserción de vectores de semilla se suministra a un primer conjunto de combinadores 2010-1 a 2010-M, para ser combinados con una respectiva salida de cada uno de los elementos de retardo 2002-1 a 2002-M. En la implementación de los circuitos 2000 de códigos de Golay, según se muestra en la FIG. 20, la salida de cada elemento 2030-1 a 2030-M de inserción de vectores de semilla es añadida a la salida de sus respectivos elementos 2002-1 a 2002-M de retardo, por un respectivo combinador del primer conjunto de combinadores 2010-1 a 2010-M, antes de que los resultados sean suministrados luego a la próxima etapa. Un segundo conjunto de combinadores 2020-1 a 2020-M está configurado para combinar las señales retardadas provenientes de los elementos 2002-1 a 2002-M de retardo con las señales multiplicadas por el vector de semilla, donde las señales de semilla son restadas de las señales de retardo en los circuitos 2000 de códigos de Golay.

Los receptores implementados de acuerdo a ciertos aspectos de la revelación pueden emplear similares generadores de códigos de Golay para realizar el filtrado correlacionado de las señales recibidas, a fin de proporcionar funcionalidad tal como la detección de paquetes o tramas.

30 En un aspecto, los códigos de Golay (a_1, a_2, a_3 y a_4) pueden ser generados por combinaciones de vectores de Retardo (D_1, D_2, D_3 y D_4) y los correspondientes vectores de semilla (W_1, W_2, W_3 y W_4), según se muestra en la siguiente tabla:

Vectores de retardo y de semilla para secuencias de Golay a_1, a_2, a_3 y a_4

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

35 Las secuencias primera, segunda y cuarta son de tipo a, mientras que la tercera secuencia es de tipo b. Las secuencias preferidas están optimizadas para que tengan mínimos niveles de lóbulo lateral, así como una mínima correlación cruzada.

40 En algunos aspectos de la revelación, puede ser empleada una velocidad básica para las operaciones de señalización de OFDM usadas para intercambiar tramas de control y tramas de comando, asociación a una picored, formación de haces y otras funciones de control. La velocidad básica es empleada para lograr una gama óptima. En un aspecto, pueden ser empleadas 336 subportadoras de datos por símbolo, con ensanchamiento del dominio de frecuencia, para lograr la

5 velocidad básica de datos. Las 336 subportadoras (subportadoras -176 a 176) pueden ser divididas en 4 contenedores de frecuencia no solapados, tales como los descritos con respecto al preámbulo, y cada conjunto puede ser asignado a uno entre una pluralidad de PNC que operan en la misma banda de frecuencia. Por ejemplo, a un primer PNC pueden adjudicarse las subportadoras -176, -172, -168, ..., 176. A un segundo PNC pueden adjudicarse las subportadoras -175, -171, -167, ..., 173, y así sucesivamente. Además, cada PNC puede ser configurado para cifrar los datos, a fin de distribuirlos por múltiples subportadoras.

10 En el estándar IEEE 802.15.3, la temporización de la picored se basa en una supertrama que incluye un periodo de baliza durante el cual un PNC transmite tramas baliza, un Periodo de Acceso a Contención (CAP) basado en el protocolo CSMA/CA, y un Periodo de Adjudicación de Tiempo de Canal (CTAP), que es usado para las CTA de Gestión (MCTA) y las CTA ordinarias, según se explica adicionalmente más adelante.

Durante el periodo de baliza, las balizas con patrones de antena casi omnidireccionales, denominadas cuasi-omni, o balizas "Q-omni", son transmitidas primero. Las balizas direccionales, es decir, las balizas transmitidas usando alguna ganancia de antena en alguna(s) dirección(es) pueden ser adicionalmente transmitidas durante el periodo de baliza o en el CTAP entre dos dispositivos.

15 A fin de reducir el sobregasto al transmitir balizas direccionales, el preámbulo puede ser acortado (p. ej., el número de repeticiones puede ser reducido) para mayores ganancias de antena. Por ejemplo, cuando se proporciona una ganancia de antena de entre 0 y 3 dB, las balizas son transmitidas usando un preámbulo por omisión, que comprende ocho códigos de Golay modificados, de longitud 512, y dos símbolos de CES. Para una ganancia de antena de entre 3 y 6 dB, las balizas emplean un preámbulo acortado de cuatro repeticiones del mismo código de Golay modificado y dos símbolos de CES. Para una ganancia de antena de entre 6 y 9 dB, las balizas transmiten un preámbulo acortado de dos repeticiones del mismo código de Golay modificado y 1 o 2 símbolos de CES. Para ganancias de antena de 9 dB o más, el preámbulo de la baliza emplea solamente una repetición del mismo código de Golay y 1 símbolo de CES. Si se usa una cabecera / baliza durante el balizamiento, o para paquetes de datos, el factor de ensanchamiento cabecera-datos puede ser correlacionado con la ganancia de antena.

20 Diversos aspectos de la revelación proveen un protocolo de mensajería unificado que brinda soporte a una amplia gama de configuraciones de antena, operaciones de formación de haces y modelos de uso. Por ejemplo, las configuraciones de antena pueden incluir antenas direccionales o cuasi-omni, patrones de antenas direccionales de una única antena, antenas conmutadas en cuanto a la diversidad, antenas sectorizadas, antenas formadoras de haces, formaciones de antenas en fase, así como otras configuraciones de antena. Las operaciones de formación de haces pueden incluir la formación proactiva de haces, que es realizada entre un PNC y un dispositivo, y la formación de haces a pedido, que es realizada entre dos dispositivos. Los distintos modelos de uso para ambas formaciones de haces, proactiva y a pedido, incluyen la formación de haces por paquete, desde un PNC a múltiples dispositivos, y desde al menos un dispositivo al PNC, las transmisiones desde un PNC a solamente un dispositivo, y las comunicaciones entre dispositivos, así como otros modelos de uso. La formación proactiva de haces es útil cuando el PNC es el origen de datos para uno o múltiples dispositivos, y el PNC está configurado para transmitir paquetes en distintas direcciones físicas, cada una de las cuales corresponde a una ubicación de uno o más dispositivos a los cuales están destinados los paquetes.

25 En algunos aspectos, el protocolo unificado de mensajería y formación de haces (SC/OFDM) es independiente del enfoque de optimización (es decir, la optimización para hallar el mejor haz, el mejor sector o las mejores ponderaciones de antena), y del sistema de antenas usado en los dispositivos en la red inalámbrica 100. Esto provee flexibilidad en el enfoque efectivo de optimización empleado. Sin embargo, las herramientas que permiten la formación de haces deberían ser definidas. Estas herramientas deberían prestar soporte a todos los escenarios, habilitando a la vez la latencia reducida, el sobregasto reducido y la formación rápida de haces.

30 La siguiente tabla muestra cuatro tipos de paquetes de formación de haces de portadora única, que pueden ser empleados por aspectos de la revelación.

Tipo de paquete	Longitud de preámbulo (chips #128)	Velocidad de cabecera (Mbps)	Velocidad de datos (Mbps)	Requisito (P)receptivo / (O)ptativo
I	36	50	50	P
II	20	100	100	O
III	12	200	200	O
IV	8	400	400	O

45 Dado que estos son paquetes de portadora única, transmitidos usando la modalidad común, pueden ser descodificados por dispositivos tanto de portadora única como de OFDM. La mayoría de los paquetes transmitidos puede no tener ningún

cuerpo: solamente un preámbulo.

Los distintos tipos de paquetes pueden ser empleados para distintas ganancias de antena, de manera tal como para ecualizar significativamente la ganancia total de las transmisiones, teniendo en cuenta la ganancia tanto de codificación como de antena. Por ejemplo, una transmisión Q-omni con ganancia de antena de entre 0 y 3 dB puede emplear paquetes de tipo I. Una transmisión direccional con ganancia de antena de entre 3 y 6 dB puede usar paquetes de tipo II. Una transmisión direccional con ganancia de antena de entre 6 y 9 dB puede usar paquetes de tipo III, y una transmisión direccional con ganancia de antena de entre 9 y 12 dB puede usar paquetes de tipo IV. En otro aspecto, es ventajoso transmitir la baliza a la velocidad por omisión, a fin de reducir la complejidad de procesamiento en los dispositivos y PNC.

La FIG. 5 ilustra una estructura 500 de supertrama que puede ser empleada por diversos aspectos de la revelación para realizar la formación proactiva de haces. La estructura 500 de supertrama incluye una parte 550 de baliza, un CAP 560 basado en el protocolo CSMA / CA, y el CTAP 580, que es usada para las CTA de Gestión (MCTA) y las CTA ordinarias. La parte 550 de baliza incluye una parte Q-Omni y una parte direccional 530. La parte direccional 530 incluye el uso de balizas direccionales que pueden ser enviadas a distintos dispositivos para transportar más información.

La parte Q-Omni incluye L1 transmisiones en la estructura 500 de supertrama, 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 una respectiva MIFS (Separación Mínima Entre Tramas, que es un tiempo de resguardo), según lo representado por una pluralidad de las MIFS 520-1 a 520-L1. En un aspecto, L1 representa el número de direcciones Q-Omni a las que el PNC es capaz de prestar soporte. Para un PNC capaz de cobertura omnidireccional, es decir, un PNC con una antena de tipo omnidireccional, $L1 = 1$. Para un PNC con antenas sectorizadas, L1 representaría el número de sectores a los que el PNC es capaz de prestar soporte. De manera similar, cuando un PNC está dotado de antenas de diversidad transmisora conmutable, L1 puede representar el número de antenas transmisoras en el PNC. Pueden usarse diversos enfoques para la estructura del paquete de baliza Q-omni. Así, 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 acerca del índice del paquete de baliza Q-omni y del número total de paquetes de balizas Q-omni en la parte Q-omni.

En un aspecto, el CAP 560 está dividido en dos partes, un periodo 562 de CAP de asociación y un CAP 572 de comunicación de datos. El CAP 562 de asociación permite a cada uno de los dispositivos asociarse al PNC. En un aspecto, el CAP 562 de asociación está dividido en una pluralidad de sub-CAP (S-CAP), que está representada por los S-CAP 562-1 a 562-L2, cada uno de ellos seguido por un respectivo Tiempo de Resguardo (GT), que está representado por los GT 564-1 a 564-L2. L2 representa el número máximo de direcciones de recepción Q-omni admisibles por el PNC, que puede ser distinto a L1, y por tanto, en un aspecto de la revelación, durante el periodo 562 de CAP de asociación, el PNC quedará a la escucha, en cada una de las L2 direcciones de recepción, de una solicitud de asociación proveniente de un dispositivo, es decir, durante el i-ésimo S-CAP, el PNC quedará a la escucha en la i-ésima dirección de recepción, donde i varía entre 1 y L2.

En un aspecto donde el canal es recíproco (p. ej., $L1$ es igual a $L2$), durante el primer S-CAP, donde i puede tomar cualquier valor entre 1 y L1, el PNC recibe desde la misma dirección de antena que usó para transmitir la i-ésima baliza Q-Omni. Un canal es recíproco entre dos dispositivos si los dos dispositivos usan la misma formación de antenas para la transmisión y recepción. Un canal es no recíproco si, por ejemplo, uno de los dispositivos usa distintas formaciones de antenas para la transmisión y la recepción.

Las FIG. 6A y 6B ilustran, respectivamente, dos ejemplos de patrones 600 y 650 de antena. En la FIG. 6A, una estación 610 incluye una pluralidad de direcciones 602-1 a 602-L de antena, con una k-ésima dirección 602-k de antena. De manera similar, en la FIG. 6B, una estación 660 incluye una pluralidad de direcciones 650-1 a 650-L de antena, con una k-ésima dirección 650-k de antena. En un aspecto, cada una de las direcciones de antena puede ser parte de un patrón específico, con una resolución denominada, en la presente memoria, sectores, haces y Haces de Alta Resolución (HRB) Q-Omni. Aunque los términos usados en la presente memoria se refieren a direcciones de antena que son arbitrarios en términos de la resolución efectiva (p. ej., el área de cobertura), puede pensarse que un patrón Q-Omni se refiere a un patrón de antenas que cubre un área muy amplia de una Región del Espacio de Interés (RSI). En un aspecto de la revelación, un DISP está configurado para cubrir la RSI con un conjunto mínimo de direcciones de antenas Q-Omni, posiblemente solapadas. Un sector puede referirse a un patrón que cubre una amplia área, usando, por ejemplo, un haz grueso, o múltiples haces más estrechos, que pueden ser adyacentes o no. En un aspecto de la revelación, los sectores pueden solaparse. Los haces son un subconjunto de los Haces de Alta Resolución (HRB) que son del más alto nivel de resolución. En un aspecto de la revelación, el ajuste de la resolución, desde los haces a los HRB, se logra durante una operación de rastreo donde un dispositivo monitoriza un conjunto de los HRB alrededor de un haz dado.

Según lo expuesto anteriormente, el CAP se basa en un protocolo CSMA/CA para la comunicación entre distintos dispositivos (DISP). Cuando uno de los DISP en la picored no es capaz de omnidirección, cualquier DISP que desee comunicarse con ese DISP durante el CAP necesita saber en qué dirección ha de transmitir y recibir. Un DISP incapaz de omnidirección puede usar antenas conmutadas, antenas sectorizadas y / o formaciones de antenas en fase, denominadas

aquí antenas direccionales, según lo expuesto adicionalmente en la presente memoria. Debe hacerse notar que la información difundida durante la baliza puede ser dividida entre balizas Q-Omni y balizas direccionales, a fin de optimizar la baliza Q-omni.

5 Como se ha expuesto anteriormente, el PNC difunde una baliza en cada supertrama. Cada baliza contiene toda la información de temporización acerca de la supertrama y, optativamente, información acerca de algunos de, o todos, los DISP que sean miembros de la picored, incluso las capacidades de formación de haces de cada DISP. La información acerca de las posibles capacidades de algunos de, o todos, los DISP será preferiblemente comunicada durante la sección de baliza direccional del periodo de baliza, porque las balizas direccionales son transmitidas a mayores velocidades de datos, y prestarán un mejor soporte a las cantidades, potencialmente grandes, de información de capacidad de los DISP. 10 Las capacidades de formación de haces del DISP son obtenidas por el PNC durante la asociación. Una capacidad de formación de haces de un DISP incluye un número de direcciones groseras de transmisión y recepción, y un número de niveles de formación de haces. Por ejemplo, el número de direcciones groseras podría ser un número de antenas para un DISP con antenas conmutadas, un número de sectores para un DISP con antenas sectorizadas, o un número de patrones groseros para un DISP con una formación de antenas en fase. Una formación de antenas en fase puede generar un conjunto de patrones que podrían estar solapados; cada patrón cubre una parte de la región del espacio de interés. 15

Un DISP necesita realizar las siguientes etapas a fin de asociarse (es decir, de convertirse en un miembro de la picored) al PNC. En primer lugar, el DISP busca una baliza proveniente del PNC. El DISP detecta luego al menos una de las balizas Q-omni y adquiere conocimientos acerca de la temporización de supertramas, el número de balizas Q-omni, el número y duración de los S-CAP y, optativamente, las posibles capacidades de cada uno de los miembros DISP. En un aspecto de la revelación, el DISP adquirirá y rastreará las mejores direcciones de PNC, midiendo un indicador de calidad de enlace proveniente de todas las balizas Q-omni transmitidas por el PNC. En un aspecto de la revelación, el Indicador de Calidad de Enlace (LQI) es una métrica de la calidad de la señal recibida. Los ejemplos de LQI incluyen, pero no se limitan a, el RSSI (Indicador de Potencia de Señal Recibida), la SNR (Razón entre Señal y Ruido), la SNIR (Razón entre Señal y Ruido e Interferencia), la SIR (Razón entre Señal e Interferencia), la detección de preámbulo, la BER (Tasa de Errores de Bit) o la PER (Tasa de Errores de Paquete). 20 25

El DISP envía una solicitud de asociación al PNC en uno de los S-CAP, recorriendo su conjunto de L1 direcciones de transmisión, es decir, el DISP envía una solicitud de asociación que comprende un conjunto de L1 paquetes, separados optativamente por un intervalo de resguardo, donde el m-ésimo paquete ($m = 1, 2, \dots, L1$) es enviado en la dirección de transmisión del DISP, y donde los paquetes contienen el mismo contenido, con la excepción de que cada paquete puede tener en su cabecera uno o más contadores que contienen información acerca del número total de paquetes en la solicitud de asociación, y el índice del paquete actual. Alternativamente, cada paquete puede tener en su cabecera el número de paquetes restantes en la solicitud de asociación. Además, cada solicitud de asociación (es decir, cada paquete en la solicitud de asociación) tiene información para el PNC, acerca de su mejor dirección de transmisión hacia el DISP. Esta información es conocida para el DISP a partir del balizamiento. Después de enviar la solicitud de asociación, el DISP espera luego una respuesta de asociación. 30 35

Al detectar uno de los paquetes que ha sido enviado por el DISP, el PNC descodifica información, a partir de la cabecera, acerca del número restante de paquetes dentro de la solicitud de asociación, y es capaz de calcular el tiempo restante hasta el final del último paquete, es decir, el tiempo que debería esperar antes de retransmitir la respuesta de asociación. La respuesta de asociación proveniente del PNC debería informar al DISP acerca de su mejor dirección de transmisión. 40 Una vez que una respuesta de asociación es recibida exitosamente por el DISP, el DISP y el PNC podrán comunicarse a través de un conjunto de direcciones: una desde el DISP al PNC y una desde el PNC al DISP, denominado un "conjunto de direcciones de trabajo", y usarán este conjunto de trabajo para la comunicación adicional en el S-CAP. De este modo, en un aspecto de la revelación, tener un conjunto de trabajo de direcciones significa que el DISP conoce qué dirección usar para transmitir al PNC y a qué S-CAP apuntar, y el PNC conoce qué dirección de transmisión usar hacia el DISP. Un conjunto de direcciones de trabajo no necesariamente significa el mejor conjunto de direcciones entre el PNC y el DISP. Por ejemplo, una dirección de trabajo puede ser la primera dirección detectada durante el recorrido, con suficiente calidad de enlace, para permitir completar la recepción del paquete. El conjunto de direcciones de trabajo puede ser determinado para que sea el conjunto de direcciones preferido, o "mejor", usando una técnica de sondeo descrita más adelante. Alternativamente, tras la detección exitosa de uno de los paquetes dentro de la solicitud de asociación, el PNC puede monitorizar todos los paquetes restantes (transmitidos en distintas direcciones por el DISP), a fin de hallar la mejor dirección de recepción desde el DISP, en cuyo caso el conjunto de direcciones es ahora un conjunto óptimo de direcciones. El PNC puede adquirir las capacidades del DISP (incluso las capacidades de formación de haces) como parte del proceso de solicitud de asociación, o en una CTA adjudicada para la comunicación posterior entre el PNC y el DISP. 45 50

Si el DISP no recibe una respuesta de asociación desde el PNC dentro de un cierto tiempo, entonces el DISP reenviará la solicitud de asociación, intentando una o más veces, en cada uno de los S-CAP, hasta que reciba con éxito una respuesta de asociación desde el PNC. En un aspecto de la revelación, el PNC adjudica solamente un S-CAP para solicitudes de asociación. Un DISP puede enviar una solicitud de asociación recorriendo todas sus direcciones de transmisión, según lo 55

descrito anteriormente. O bien, cuando el canal es simétrico, el DISP puede enviar al PNC la solicitud de asociación, usando 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 DISP a partir de la monitorización de la baliza, según lo descrito anteriormente. En otro aspecto de la revelación, el DISP puede enviar una solicitud de asociación al PNC en una de las direcciones de transmisión del DISP, y esperar hasta escuchar un acuse de recibo desde el PNC. Si el DISP no recibe una respuesta desde el PNC, el DISP enviará otra solicitud de asociación al PNC en otra dirección de transmisión del DISP, bien en el mismo CAP o bien en el CAP de otra supertrama. Cada solicitud de asociación incluirá información común para el conjunto completo de solicitudes de asociación, tal como cuántos paquetes de asociación han sido, o están siendo, enviados en el conjunto de solicitudes de asociación, e información única de la solicitud de asociación específica que está siendo transmitida, tal como información única de identificación de la solicitud de asociación efectiva.

El PNC puede recorrer todas sus direcciones de recepción para detectar el preámbulo de cualquier paquete dentro de una solicitud de asociación transmitida por el DISP, ya sea que ese paquete fuera enviado como parte de un conjunto de paquetes en la solicitud de asociación, o bien enviado individualmente. Tras una recepción exitosa de la solicitud de asociación, el PNC usará la información de dirección contenida en la misma para transmitir información de vuelta al DISP. Aunque el PNC puede ser capaz de decodificar el preámbulo del paquete en base a la primera solicitud de asociación que pueda recibir, la dirección desde la cual el DISP transmitió la solicitud de asociación puede no ser la dirección óptima. Por tanto, el PNC puede intentar detectar paquetes adicionales de solicitud de asociación para determinar si las subsiguientes solicitudes de asociación son mejor recibidas.

El procedimiento descrito anteriormente es una versión simplificada de un procedimiento de asociación direccional, es decir, cuando el PNC y / o el DISP no están capacitados para la omnidirección. De tanto en tanto, el PNC sondeará cada DISP para solicitar que el DISP entrene al PNC. Esto es necesario a fin de que el PNC rastree dispositivos móviles. El entrenamiento puede ser realizado, por ejemplo, recorriendo el DISP su conjunto de direcciones de transmisión. El mismo DISP no necesita ser entrenado por el PNC, porque el DISP rastrea la dirección del PNC monitorizando las balizas Q-omni difundidas por el PNC, según lo descrito anteriormente. En un aspecto de la revelación, si el canal entre el PNC y el DISP es recíproco, entonces el DISP se asocia al PNC sin el recorrido, usando el mejor par de direcciones adquiridas durante el periodo de balizamiento. Si, por ejemplo, el PNC tiene cuatro balizas Q-omni (es decir, cuatro direcciones en las cuales transmite balizas Q-omni) y el DISP tiene tres direcciones de recepción, y el DISP ha determinado que la mejor baliza Q-omni desde la cual recibe transmisiones desde el PNC es la segunda baliza Q-omni y que su mejor dirección de recepción es la número tres, entonces el DISP usará la dirección número tres para enviar una solicitud de asociación en el S-CAP número dos al PNC, con la solicitud de asociación que tiene información para el PNC acerca de su mejor dirección Q-omni, es decir, la número dos. El PNC transmitirá entonces la "respuesta de solicitud de asociación" usando la dirección de transmisión número dos, correspondiente a su dirección de recepción número dos.

Supongamos que el DISP-1 está interesado en comunicarse con DISP-2, DISP-3, ..., DISP-N. De la baliza, el DISP-1 ha aprendido todo acerca de todos los otros DISP miembros de la picored. A fin de que el DISP-1 se comunique con el DISP-2 o el DISP-3, ..., DISP-N eficazmente en el CAP, dado que cada DISP puede tener múltiples direcciones de transmisión o recepción y cada DISP ignora qué dirección usar al transmitir o recibir en el CAP, todos los DISP que no sean omnidireccionales, y que estén interesados en comunicarse entre sí, tienen que entrenarse mutuamente.

En un aspecto, la secuencia de entrenamiento para el DISP-1 se logra de la siguiente manera. Supongamos que el DISP-j (j = 1, 2, ..., N) tiene MT(j) direcciones groseras de transmisión y MR(j) direcciones groseras de recepción.

1. El DISP-1 (o, alternativamente, el PNC) calcula el número máximo, NR, de direcciones groseras de recepción del DISP-2, DISP-3, ..., DISP-N, donde:

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

En un aspecto de la revelación, si el PNC está configurado para calcular el número máximo NR de direcciones groseras de recepción del DISP-2, DISP-3, ..., DISP-N, el DISP-1 solamente necesita transmitir la lista de dispositivos que le interesa entrenar (p. ej., DISP-2, DISP-3, ..., DISP-N) al PNC.

2. El DISP-1 solicita una CTA al PNC, informando al PNC de que quiere entrenar al DISP-2, DISP-3, ..., DISP-N. En un aspecto de la revelación, el entrenamiento equivale a ubicar el mejor par de direcciones groseras (o finas) de transmisión y recepción entre el DISP-1 y cada uno entre DISP-2, DISP-3, ..., DISP-N.

3. La duración de la CTA es calculada por el DISP-1 (o, alternativamente, el PNC) como al menos $NR \times MT(1) \times T$, donde T es la duración del paquete de entrenamiento, incluyendo el tiempo de resguardo. La duración de la CTA también puede incluir una duración para una etapa de retroalimentación. Si el PNC calcula la duración de la CTA, el DISP-1 solamente necesita transmitir la lista de dispositivos a entrenar (p. ej., DISP-2, DISP-3, ..., DISP-N).

4. El PNC adjudica (es decir, concede) una CTA para el DISP-1, para el entrenamiento.

5. El PNC difunde en la baliza la adjudicación de la CTA, indicando que el origen es el DISP-1, y el destino es, o bien la difusión (si todos los dispositivos han de ser entrenados) o bien un grupo de destino que incluye DISP-2, DISP-3, ..., DISP-N (si solamente ha de entrenarse un subconjunto de los dispositivos).

6. El DISP-1 transmite los paquetes de entrenamiento durante la CTA adjudicada, y los DISP-2, DISP-3, ..., DISP-N deberían recibir el entrenamiento durante la CTA, según lo ilustrado en la FIG. 7.

Debe hacerse notar que, en un aspecto de la revelación, aunque se mencionen direcciones groseras, las direcciones también pueden ser direcciones finas, en las cuales se hacen separaciones más pequeñas entre las direcciones.

Cada baliza Q-Omni puede llevar un elemento 2140 de información de formación de haces, tal como el mostrado en la FIG. 21A, para llevar la estructura de las balizas de formación de haces a todos los dispositivos a la escucha del PNC. Una vez que un dispositivo descodifica cualquiera de las balizas Q-omni durante cualquier supertrama, es capaz de entender el ciclo entero de formación de haces. En un aspecto, el elemento 2140 de información de formación de haces incluye un campo 2150 de Identificador de baliza Q-omni actual, un campo 2152 del número de balizas Q-omni (p. ej., el valor L1 de la estructura 500 de trama de la FIG. 5), un campo 2154 de longitud, que contiene el número de octetos en el elemento de información, y un campo 2156 de Identificador de elemento, que es el identificador del elemento de información. El campo 2150 de Identificador de baliza Q-omni actual contiene un número que identifica el número, o la posición, de la baliza Q-omni actual que está siendo transmitida en la supertrama actual, con respecto al campo 2152 del número de balizas Q-omni en la supertrama. Un dispositivo, que use el número contenido en el campo 2150 de Identificador de baliza Q-omni actual, sabrá cuál es la dirección Q-omni desde la cual oyó la baliza.

La FIG. 21B ilustra un elemento 2160 de información de supertrama que es transmitido con el elemento 2140 de información de formación de haces, e incluye un campo 2162 de dirección de PNC, un campo 2164 de respuesta del PNC, una modalidad 2166 de picored, un máximo nivel 2168 de potencia de transmisión, un campo 2170 de duración del S-CAP, un campo 2172 del número de periodos S-CAP, un campo 2174 del tiempo de finalización del CAP, un campo 2176 de duración de la supertrama y un testigo temporal 2178.

Las FIG. 22A y 22B ilustran dos enfoques para una operación de formación de haces por parte de dispositivos, de acuerdo a diversos aspectos de la revelación. La FIG. 22A se refiere a un proceso 2200 de formación de haces de un dispositivo con capacidades de recepción omnidireccional. En la etapa 2202, el dispositivo omnidireccional solamente necesita detectar las balizas Q-omni de una supertrama. Si el dispositivo no es omnidireccional, el dispositivo necesita recorrer todas sus direcciones recibidas, escuchando una o más supertramas para detectar la baliza. Al detectar 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. Luego, en la etapa 2206, el dispositivo clasifica los L LQF, [LQF(1), ..., LQF(L)] e identifica la mejor dirección 1 de PNC, correspondiente al mayor LQF:

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

$i=1:L$

En un aspecto, el LQF se basa en al menos uno entre una potencia de señal, una razón entre señal y ruido, y una razón entre señal y ruido e interferencia. En otro aspecto, el LQF también podría basarse en cualquier combinación de los factores precitados.

En la etapa 2208, el dispositivo se asocia al PNC durante el 1er CAP de la supertrama actual, y en la etapa 2210 informa al PNC de que todas las comunicaciones posteriores deberían ocurrir usando el PNC su i-ésima dirección Q-Omni. El dispositivo todavía puede rastrear el conjunto de las L mejores direcciones, monitorizando las correspondientes balizas S-omni cada Q supertramas. Si se halla una dirección (p. ej., la r-ésima dirección S-omni) con un mejor LQF, el dispositivo puede informar al PNC que transmita el próximo paquete usando la r-ésima dirección S-omni, codificándola en el campo "PRÓXIMA DIRECCIÓN" en la cabecera PHY.

La formación de haces a pedido puede ser realizada entre dos dispositivos, o entre un PNC y un dispositivo. En un aspecto de la revelación, la formación de haces a pedido es llevada a cabo en la CTA adjudicada al enlace entre dos dispositivos. Cuando un dispositivo está comunicándose con múltiples dispositivos, se usa el mismo protocolo de mensajería que el protocolo de mensajería de la formación de haces proactiva. En este caso, la CTA jugará el papel del periodo de la baliza durante la fase de formación de haces, y será usada para la comunicación de datos a continuación. En el caso en donde solamente dos dispositivos están comunicándose, dado que la CTA es un enlace directo entre ellos, es posible emplear un protocolo de mensajería de formación de haces a pedido más colaborativo e interactivo.

La FIG. 7 ilustra una estructura 700 de supertrama que tiene una baliza 750, un CAP 760 y un CTAP 780. La estructura 700 de supertrama ilustra una secuencia de entrenamiento, donde el DISP-1 ha solicitado una adjudicación con el fin de entrenar al DISP-2, DISP-3, ..., DISP-N, y el PNC ha concedido una CTA 784 al DISP-1 para realizar el entrenamiento. Durante la CTA 784, el DISP-1 entrena a DISP-2, DISP-3, ..., DISP-N, usando L ciclos 730-1 a 730-L, donde $L = MT(1)$, el

número total de direcciones groseras de transmisión del DISP-1. Cada ciclo es seguido por una respectiva separación entre tramas (IFS) (es decir, el tiempo de resguardo) 720-1 a 720-L. En un aspecto, se incluye una etapa 730 de retroalimentación, durante la cual los resultados del entrenamiento son enviados de vuelta al DISP-1 desde DISP-2, DISP-3, ..., DISP-N, según se describe adicionalmente en la presente memoria.

5 En un aspecto, durante cada ciclo, el DISP-1 transmite un número n de paquetes de entrenamiento en una específica dirección grosera de transmisión, donde $n = NR$, el número de direcciones groseras de recepción de un DISP, desde todos los dispositivos DISP-2, DISP-3, ..., DISP-N, que tengan el mayor número de direcciones groseras de recepción. Por ejemplo, si el DISP-4 tiene tres (3) direcciones groseras de recepción, que son las mismas, o más, que el número de direcciones groseras de recepción de los otros DISP en DISP-2, DISP-3, DISP-5 ... DISP-N, entonces $n = NR = 3$. De este modo, el DISP-1 transmitirá tres (3) paquetes de entrenamiento. Esta transmisión repetitiva permite a todos los DISP DISP1, DISP-2, DISP-3, ... DISP-N recorrer sus direcciones groseras de recepción. En otras palabras, el DISP-1 tiene que transmitir suficientes paquetes de entrenamiento, durante cada ciclo, como para permitir a todos los dispositivos intentar detectar un paquete de entrenamiento sobre todas sus respectivas direcciones groseras de entrenamiento.

15 La FIG. 8 ilustra una serie de transmisiones 800 para un ciclo generalizado, ciclo $\#k$, durante el entrenamiento por parte del DISP-1 de DISP-2, DISP-3, ..., DISP-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 es seguida por una respectiva IFS (es decir, tiempo de resguardo) 820-1 a 820-n. En un aspecto, todos los paquetes de entrenamiento son idénticos. Según lo expuesto anteriormente, el número n de paquetes de entrenamiento es igual a NR , el mayor número de direcciones de entrenamiento de todos los DISP a entrenar. Pueden usarse diversos enfoques para la estructura del paquete de entrenamiento. Así, por ejemplo, si los paquetes de entrenamiento incluyen solamente la parte de preámbulo (es decir, ninguna parte de cabecera ni carga útil), entonces el conjunto de los n paquetes de entrenamiento dentro de un ciclo puede ser configurado en un único gran paquete de entrenamiento. En un aspecto de la revelación, la longitud total del único gran paquete de entrenamiento sería idéntica a la extensión del tiempo que llevaría transmitir múltiples paquetes de solo preámbulo, incluyendo la IFS u otra separación entre paquetes. Por ejemplo, para lograr la misma longitud, el único gran paquete de entrenamiento puede incluir más secuencias repetitivas para rellenar la parte normalmente ocupada por la IFS. El uso del enfoque de un único gran paquete de entrenamiento proporciona más flexibilidad a los dispositivos que están siendo entrenados, ya que hay más tiempo, globalmente, para la detección y recepción del único gran paquete de entrenamiento. Por ejemplo, un dispositivo que está siendo entrenado puede recorrer más lentamente (es decir, extender el tiempo en que el dispositivo escucha en una dirección específica) y tener mejor precisión de medición, porque están siendo capturadas más muestras del preámbulo. Como otro ejemplo, si un dispositivo puede realizar recorridos más rápidos, entonces el dispositivo puede completar el entrenamiento y entrar a una modalidad de ahorro de energía durante el resto de la transmisión del único gran paquete de entrenamiento.

25 La FIG. 9 ilustra un ejemplo de un ciclo de una secuencia de entrenamiento para un DISP-1 que tiene seis (6) direcciones de transmisión, un DISP-2 que tiene seis (6) direcciones de recepción y un DISP-3 que tiene dos (2) direcciones de recepción. Según se muestra, durante cada ciclo, el DISP-1 transmite una serie de seis paquetes de entrenamiento, $\#1$ a $\#6$, todos en la misma dirección para el DISP-1, uno a la vez durante un periodo 902-1 a 902-6, respectivamente. Cada uno de los otros DISP, DISP-2 y DISP-3, quedará a la escucha de uno de los paquetes de entrenamiento enviados por el DISP-1, usando una dirección de recepción distinta durante cada periodo. Por ejemplo, como puede verse para el DISP-2, durante el periodo 902-1, el DISP-2 estará a la escucha del paquete de entrenamiento $\#1$, proveniente del DISP-1, en una dirección de recepción 1 de 6 (RX 1/6) y el DISP-3 estará a la escucha del paquete de entrenamiento $\#1$, proveniente del DISP-1, en una dirección de recepción 1 de 2 (RX 1/2). En el periodo 902-2, el DISP-2 estará a la escucha del paquete de entrenamiento $\#2$, proveniente del DISP-1, en una dirección de recepción 2 de 6 (RX 2/6), y el DISP-3 estará a la escucha del paquete de entrenamiento $\#2$, proveniente del DISP-1, en una dirección de recepción 2 de 2 (RX 2/2). Supuestamente, el DISP-3 habrá oído el paquete de entrenamiento $\#1$, proveniente del DISP-1, durante el periodo 902-1, e identificará que su mejor dirección de recepción es RX 1/2. En el periodo 902-3, hasta el periodo 902-6, el DISP-2 continuará a la escucha de los paquetes de entrenamiento provenientes del DISP-1 en las respectivas direcciones de recepción indicadas. Sin embargo, el DISP-3 puede dejar de escuchar los paquetes de entrenamiento provenientes del DISP-1, ya que ha agotado todas las posibles direcciones de recepción. Durante el periodo 902-6, el DISP-2 oír el paquete de entrenamiento $\#6$ proveniente del DISP-1 e identificará de ese modo que su mejor dirección de recepción para recibir la transmisión desde el DISP-1 es RX 6/6. Debe hacerse notar que, aunque el recorrido realizado tanto por el DISP-2 como por el DISP-3 es en la dirección de las agujas del reloj, no es necesario seguir ningún patrón específico por parte de ninguno de los DISP, en términos de dirección o secuencia de recorrido de las direcciones de antena. Debe hacerse notar que la mejor dirección de recepción hallada por el DISP-2 es solamente una ilustración de las mejores halladas durante un ciclo, y no necesariamente es la mejor dirección global de recepción, ya que la búsqueda de las mejores debe hacerse sobre los seis ciclos desde el DISP-1.

55 La FIG. 10 ilustra una estructura 1000 de paquete de entrenamiento, configurada de acuerdo a un aspecto de la revelación, que puede ser transmitida por un DISP de entrenamiento, donde la estructura 1000 de paquete de entrenamiento incluye simplemente una parte de preámbulo, sin un cuerpo de trama. Si ha de incluirse un cuerpo de

trama, debería comprender la dirección de origen, es decir, la dirección del DISP-1 y, optativamente, la(s) dirección(es) de destino. La estructura 1000 del paquete de entrenamiento incluye un campo 1010 de secuencia de sincronización (SYNC) de paquete, un campo 1040 de delimitador de trama de inicio (SFD) y un campo 1080 de secuencia de estimación de canal (CES). En un aspecto, el campo 1010 de secuencia de SYNC incluye un patrón repetitivo de una longitud de 128
 5 secuencias de Golay, mientras que el campo 1080 de CES incluye un par de secuencias complementarias modificadas de Golay, va 1082-1 y vb 1082-2, producidas a partir de dos secuencias complementarias de Golay de longitud 512, a y b, que pueden ser construidas a partir de las secuencias de Golay de longitud 128. El campo 1010 de secuencia de SYNC está separado del campo 1080 de CES por el campo 1040 de SFD, que incluye un patrón de secuencias de Golay que rompe la repetición del campo 1010 de secuencia de SYNC. El campo SFD es optativo, ya que la CES puede jugar un
 10 papel dual. Optativamente, puede ser incluida una parte de cabecera que incluye al menos la dirección de origen y, optativamente, todas las direcciones de destino. Según lo expuesto en la presente memoria, el conjunto de n paquetes de entrenamiento dentro de un ciclo puede ser configurado en un único gran paquete de entrenamiento, compuesto, a modo de ejemplo y no de limitación, por un campo SYNC muy largo que, en un aspecto de la revelación, es un patrón repetitivo de la secuencia m de Golay de longitud 128, multiplicada n veces.

Según lo expuesto en lo anterior, volviendo a hacer referencia a la FIG. 7, durante la etapa 730 de retroalimentación, cada uno entre DISP-2, DISP-3, ..., DISP-N informa al DISP-1 de la mejor dirección grosera de transmisión del DISP-1 y, optativamente, su mejor dirección grosera de recepción. Como hay en total N dispositivos DISP-1, DISP-2, DISP-3, ..., DISP-N, hay N-1 retroalimentaciones, una por cada DISP-j (j = 2, ..., N). Una secuencia 1100 de tramas, para lograr la retroalimentación desde cada DISP, se ilustra en la FIG. 11, que incluye una parte de retroalimentación, mostrada como
 20 una retroalimentación 1110-2 del DISP-2, hasta una retroalimentación 1110-N del DISP-N. Cada parte de retroalimentación es seguida por una IFS 1120-2 a 1120-N. En un aspecto de la revelación, donde el DISP-1 no es omnidireccional en su recepción, el DISP-1 tendrá que quedar a la escucha, en cada una de sus posibles direcciones de recepción, de retroalimentación proveniente de cada uno de los DISP. Por ejemplo, el DISP-1 recorrerá todas las posibles direcciones de recepción, mientras que cada uno entre los DISP DISP-2, DISP-3, ..., DISP-N transmite su retroalimentación al DISP-1. En un aspecto de la revelación, este procedimiento de retroalimentación funciona óptimamente si el canal entre el DISP-1 y cada uno de los DISP es recíproco, o si cada uno de los DISP está omnicapacitado para la transmisión. Si el canal entre el DISP-1 y cualquier DISP es recíproco, la mejor dirección desde el DISP-1 a ese DISP será usada para proporcionar retroalimentación desde ese DISP al DISP-1. En el caso donde los DISP no están omnicapacitados para la transmisión, o si el canal no es recíproco, es preferible que el DISP-1 entrene individualmente a cada uno entre DISP-2, DISP-3, ..., DISP-N. En un aspecto de la revelación, por ejemplo, una sesión de entrenamiento entre el DISP-1 y el DISP-2 incluiría un recorrido de entrenamiento desde el DISP-1 al DISP-2 en L1 ciclos (L1 es el número de direcciones de transmisión del DISP-1), seguido por un recorrido de entrenamiento desde el DISP-2 al DISP-1 en L2 ciclos (L2 es el número de direcciones de transmisión del DISP-2), seguido por una retroalimentación en un recorrido desde el DISP-1 al DISP-2, seguido por una retroalimentación desde el DISP-2 al DISP-1. Debe hacerse
 35 notar que una de las retroalimentaciones puede ser integrada con el entrenamiento del recorrido. Pueden ser usados diversos enfoques para la retroalimentación. Así, por ejemplo, si el canal es recíproco y el DISP-1 ha entrenado al DISP-2 y al DISP-3, entonces podría no ser necesario que el DISP-2 y el DISP-3 entrenen de vuelta al DISP-1, dado que el trayecto desde el DISP-1 al DISP-2 es el mismo que el trayecto desde el DISP-2 de vuelta al DISP-1, y el trayecto desde el DISP-1 al DISP-3 es el mismo que el trayecto desde el DISP-3 de vuelta al DISP-1. Alternativamente, si cada dispositivo entrena a todos los otros dispositivos en la lista, entonces la etapa de retroalimentación puede ser omitida si el canal es recíproco.
 40

Al final de la secuencia de entrenamiento, cada DISP entre DISP-2, DISP-3, ..., DISP-N habrá determinado una respectiva mejor dirección grosera de transmisión desde el DISP-1, y su propia mejor dirección grosera de recepción. En otras palabras, al final de la secuencia de entrenamiento, cada DISP entre DISP-2, DISP-3, ..., DISP-N puede identificar la
 45 mejor dirección grosera desde la cual el DISP-1 debería transmitir, así como la mejor dirección grosera desde la cual el DISP específico debería quedar a la escucha (es decir, recibir la transmisión).

Después de que el DISP-1 ha realizado su entrenamiento, los otros DISP (DISP-2, DISP-3, ..., DISP-N) solicitarán su propia CTA al PNC, con los mismos fines de entrenamiento. Al final de todo el entrenamiento, cada par de DISP (DISP-1, DISP-2, DISP-3, ..., DISP-N) habrá determinado el mejor par de direcciones groseras en ambos enlaces directo e inverso.

El resultado del entrenamiento es útil en la transmisión de información entre cada DISP. Esto es especialmente aplicable al CAP en un aspecto de la revelación. Supongamos que el DISP-1 quiere transmitir un paquete al DISP-2 durante un CAP específico. El DISP-1 sabe qué dirección usar para transmitir al DISP-2. Sin embargo, el DISP-2 no sabe cuál DISP está transmitiendo y, por lo tanto, no puede dirigir su antena en la dirección correcta. Para abordar esto, en un aspecto el DISP-2 queda a la escucha durante un breve periodo de tiempo en cada una de sus direcciones de recepción. En un
 50 aspecto, el breve periodo de tiempo sería lo bastante largo como para detectar la presencia de un preámbulo, tal como la duración del tiempo para realizar una evaluación de canal despejado (CCA), por ejemplo.

Según lo ilustrado en la FIG. 12, el DISP-2 continuará conmutando desde una dirección grosera de recepción a otra (es decir, recorriendo algunas de, o todas, las direcciones groseras de recepción en cada ciclo), desde la dirección grosera de

recepción #1 a #P, donde $P = MR(2)$, el número de posibles direcciones groseras de recepción del DISP-2, hasta que detecte la presencia de un preámbulo 1220 proveniente de un paquete 1200 transmitido desde el DISP-1. Esto está ilustrado por 1230-1 a 1230-P para cada ciclo. Debe hacerse notar que el DISP-2 podría recorrer solamente un subconjunto de sus direcciones groseras de recepción, correspondiente a las direcciones de recepción desde orígenes potenciales, es decir, un ciclo de recorrido consiste solamente en un subconjunto de las direcciones globales de recepción. Por ejemplo, si el DISP-2 se ha entrenado solamente con el DISP-1 y el DISP-3, entonces el DISP-2 podría conmutar continuamente (es decir, múltiples ciclos) entre solamente dos direcciones groseras de recepción (por ciclo), correspondientes a las mejores direcciones de recepción, desde el DISP-1 y el DISP-3, hasta que detecte el preámbulo o se le agote el tiempo. Una vez que el preámbulo 1220 es detectado, el DISP-2 no necesita intentar en las otras direcciones groseras. Sin embargo, la detección de un preámbulo no significa que el DISP-2 haya adquirido su mejor dirección de recepción. La detección solamente significa que el DISP-2 ha hallado una dirección de recepción que le permite, mínimamente, recibir el paquete. Esta dirección de recepción es denominada una dirección de recepción de trabajo. Según lo expuesto en la presente memoria, una dirección de trabajo puede ser la primera dirección detectada, durante el recorrido, con la suficiente calidad de enlace como para permitir completar la recepción del paquete. En un aspecto de la revelación, el DISP transmisor (p. ej., el DISP-1) puede incorporar la mejor dirección de recepción del DISP-2 en una cabecera 1240 del paquete 1200. En otro aspecto, ya que tanto el DISP-1 como el DISP-2 han determinado mutuamente sus mejores pares de direcciones groseras de transmisión y recepción durante el periodo de entrenamiento, el DISP-2 debería ser capaz de determinar la mejor dirección grosera de recepción, una vez que haya determinado el DISP que está intentando enviarle el paquete, que, en este caso, es el DISP-1. En cualquier caso, una vez que el DISP-2 descodifica la cabecera del paquete enviado por el DISP-1, conoce su mejor dirección de recepción y puede conmutar a esa dirección para recibir el paquete.

Un DISP que quiere transmitir un paquete en el CAP puede usar el mismo procedimiento de recorrido de multiciclo para detectar si el medio está ocioso, o si es posible otra transmisión en el medio. En un aspecto de la revelación, si el DISP-2 quiere transmitir un paquete a otro DISP, el DISP-2 puede primero detectar y medir la energía, recorriendo distintas direcciones. Según lo ilustrado en la FIG. 13, durante un periodo 1300 de transmisión de un paquete con una parte 1320 de preámbulo y una parte 1340 de cabecera, o de carga útil, si el DISP-2 detecta que el medio está ocioso (es decir, o bien no se detecta ningún preámbulo o bien la máxima energía detectada está por debajo de un umbral dado), entonces puede transmitir el paquete al DISP deseado. Si, por otra parte, el DISP-2 determina que el medio está ocupado, retrocederá y reiniciará la detección nuevamente en un momento posterior. El DISP-2 continuará conmutando desde una dirección grosera de recepción a otra (es decir, recorriendo algunas de, o todas, las direcciones groseras de recepción por ciclo), desde las direcciones groseras de recepción en la gama de #1 a #P, donde $P = MR(2)$, el número de posibles direcciones groseras de recepción del DISP-2, hasta que se le agote el tiempo o detecte la presencia de energía, según lo ilustrado por 1330-1 a 1330-P. En otro aspecto de la revelación, el DISP-2 puede detectar el medio en solamente dos direcciones, es decir, la dirección de recepción del DISP-2 desde el DISP de destino y una dirección de recepción correspondiente a la dirección de transmisión del DISP-2. Si el DISP-2 no detecta ningún preámbulo ni energía en estas dos direcciones, podría transmitir un paquete al DISP de destino, en cuyo caso otros dos dispositivos podrían estar comunicándose a la vez en otro conjunto de direcciones casi no interferentes, logrando por lo tanto la reutilización espacial.

En un aspecto de la revelación, los dispositivos se comunicarán con los otros por canales lógicos. Un canal lógico es un trayecto de comunicación no dedicado, 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 ocurrir múltiples transmisiones simultáneas. Se considera que un canal lógico está disponible entre un primer dispositivo y un segundo dispositivo si la dirección de transmisión desde el primer dispositivo al segundo dispositivo no causa ninguna interferencia, o causa una interferencia aceptable, a otros canales lógicos activos (es decir, que funcionan en el momento de transmisión actual). Como ejemplo de canales lógicos, un dispositivo DISP-1 puede transmitir a otro dispositivo DISP-2 en la dirección del haz horizontal y el DISP-3 puede transmitir al DISP-4 en la dirección del haz vertical, al mismo tiempo. Debería ser obvio que el uso de múltiples canales lógicos permite la reutilización espacial.

La FIG. 14 ilustra un aparato 1400 de entrenamiento que puede ser usado con diversos aspectos de la revelación, incluyendo el aparato 1400 de entrenamiento el módulo 1402 de adjudicación de tiempo de canal (CTA), para transmitir una solicitud de adjudicación de tiempo de canal, desde un primer dispositivo a un segundo dispositivo, en donde la solicitud de adjudicación de tiempo de canal comprende una lista de dispositivos a entrenar por parte del primer dispositivo; un módulo 1404 de recepción de concesiones de CTA, que recibe una adjudicación de tiempo de canal concedida por el segundo dispositivo; y un módulo 1406 de transmisión de paquetes de entrenamiento 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 adjudicación de tiempo de canal concedida por el segundo dispositivo.

La FIG. 15 ilustra un aparato receptor 1500 que puede ser usado con diversos aspectos de la revelación, incluyendo el aparato receptor 1500 un módulo 1502 de detección de preámbulo, que detecta al menos una parte de un preámbulo de un paquete transmitido por un primer dispositivo, recorriendo una pluralidad de direcciones de recepción; un módulo 1504

de dirección de recepción preferida, que completa la recepción del paquete en base a una dirección de recepción preferida que fuera establecida durante una sesión de entrenamiento con el primer dispositivo; y un módulo 1506 descodificador de paquetes que recibe y descodifica una cabecera del paquete, en base a una primera dirección de recepción, para identificar que el primer dispositivo había transmitido el paquete.

5 La FIG. 16 ilustra un aparato 1600 de adjudicación de tiempo de canal, que puede ser usado con diversos aspectos de la revelación, incluyendo el aparato 1600 de adjudicación de tiempo de canal un módulo 1602 de recepción de solicitudes de CTA que recibe, en un primer dispositivo, una solicitud de adjudicación de tiempo de canal desde un segundo dispositivo, en donde la solicitud comprende una lista de dispositivos a entrenar por parte del segundo dispositivo; y un módulo 1604 de transmisión de balizas que transmite una baliza desde el primer dispositivo, comprendiendo la baliza una adjudicación de canal para el segundo dispositivo, en base a la solicitud de adjudicación de canal.

10 La FIG. 17 ilustra un aparato 1700 de solicitud de asociación que puede ser usado con diversos aspectos de la revelación, para asociar un primer dispositivo a un segundo dispositivo, incluyendo el aparato 1700 de transmisión de solicitudes de asociación un módulo 1702 de transmisión de solicitudes de asociación que transmite, desde el primer dispositivo al segundo dispositivo, al menos una solicitud de asociación que incluye una pluralidad de paquetes, siendo cada paquete respectivamente transmitido en una dirección distinta; un módulo 1704 de detección de respuestas de asociación, que detecta una respuesta de asociación proveniente del segundo dispositivo; y un módulo 1706 de dirección de transmisión preferida, que determina una dirección de transmisión preferida desde un primer dispositivo a un segundo dispositivo, en base a la respuesta de asociación.

15 La FIG. 18 ilustra un aparato 1800 de solicitud de asociación, que puede ser usado con diversos aspectos de la revelación, para asociar un primer dispositivo a un segundo dispositivo, incluyendo el aparato 1800 de solicitud de asociación un módulo 1802 de adquisición de dirección preferida de transmisión desde el segundo dispositivo al primer dispositivo, que adquiere una dirección preferida de transmisión desde el segundo dispositivo al primer dispositivo; un módulo 1804 de determinación de dirección preferida de transmisión, que determina una dirección preferida de transmisión desde el primer dispositivo al segundo dispositivo, en base a la adquisición de la dirección preferida de transmisión desde el segundo dispositivo al primer dispositivo; y un módulo 1806 de transmisión de solicitudes de asociación, que transmite al segundo dispositivo al menos una solicitud de asociación, que comprende al menos un paquete entre una pluralidad de paquetes generados por el primer dispositivo, siendo cada paquete respectivamente transmisible en una dirección distinta; en donde dicho al menos un paquete comprende información referida a la dirección determinada de transmisión preferida desde el primer dispositivo al segundo dispositivo.

20 La FIG. 19 ilustra un aparato 1900 de evaluación de canal que puede ser usado con diversos aspectos de la revelación, incluyendo el aparato 1900 de evaluación de canal un módulo 1902 de determinación de canal despejado, que determina si un canal lógico está o no disponible para la transmisión, recorriendo una pluralidad de direcciones de recepción; y un módulo 1904 de transmisión de datos que transmite datos si el canal lógico está disponible.

25 Diversos aspectos descritos en la presente memoria pueden ser implementados como un procedimiento, aparato, o artículo de fabricación, usando técnicas estándar de programación y / o de ingeniería. El término "artículo de fabricación", según se usa en la presente memoria, está concebido para abarcar un programa de ordenador accesible desde cualquier dispositivo, portador 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.

30 La revelación no está concebida para estar limitada a los aspectos preferidos. Además, los expertos en la técnica deberán reconocer que los aspectos de procedimiento y de aparato, descritos en la presente memoria, pueden ser implementados en una gran variedad de formas, incluyendo implementaciones en hardware, software, firmware o diversas combinaciones de los mismos. Los ejemplos de tal hardware pueden incluir los ASIC, las Formaciones de Compuertas Programables en el Terreno, los procesadores de propósito general, los DSP y / u otros circuitos. Las implementaciones en software y / o firmware de la revelación pueden ser implementadas mediante cualquier combinación de lenguajes de programación, incluso Java, C, C++, Matlab™, Verilog, VHDL y / o lenguajes de máquina y ensambladores específicos del procesador.

35 Los expertos apreciarán adicionalmente que los diversos bloques lógicos ilustrativos, módulos, procesadores, medios, circuitos y etapas de algoritmo descritos con relación a los aspectos revelados en la presente memoria pueden ser implementados como hardware electrónico (p. ej., una implementación digital, una implementación analógica o una combinación de las dos, que puede ser diseñada usando codificación fuente o alguna otra técnica), diversas formas de programa o código de diseño, que incorporen instrucciones (que pueden ser denominadas en la presente memoria, para mayor comodidad, "software" o un "módulo de software"), o combinaciones de ambos. Para ilustrar con claridad esta intercambiabilidad de hardware y software, diversos componentes ilustrativos, bloques, módulos, circuitos y etapas han sido descritos en lo anterior, en general, en términos de su funcionalidad. Si tal funcionalidad está implementada como hardware o software depende de las específicas restricciones de aplicación y diseño impuestas sobre el sistema global. Los artesanos expertos pueden implementar la funcionalidad descrita de diversas maneras para cada aplicación

específica, pero tales decisiones de implementación no deberían ser interpretadas como causantes de una desviación del alcance de la presente revelación.

5 Los diversos bloques lógicos ilustrativos, módulos y circuitos descritos con relación a los aspectos revelados en la presente memoria pueden ser implementados dentro de, o realizados por, un circuito integrado ("IC"), un terminal de acceso o un punto de acceso. El IC puede comprender un procesador de propósito general, un procesador de señales digitales (DSP), un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), una formación de compuertas programables en el terreno (FPGA) u otro dispositivo lógico programable, lógica de compuerta discreta o transistor, componentes de hardware discretos, componentes eléctricos, componentes ópticos, componentes mecánicos, o cualquier combinación de los mismos diseñada para realizar las funciones descritas en la presente memoria, y puede ejecutar códigos o instrucciones que residen dentro del IC, fuera del IC, o ambos. Un procesador de propósito general puede ser un microprocesador pero, como alternativa, el procesador puede ser cualquier procesador convencional, controlador, microcontrolador o máquina de estados. Un procesador también puede ser implementado como una combinación de dispositivos informáticos, p. ej., una combinación de un DSP y un microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores conjuntamente con un núcleo de DSP, o cualquier otra configuración de ese tipo.

15 El procedimiento y los aspectos de sistema descritos en la presente memoria ilustran meramente aspectos específicos de la revelación. Debería ser apreciado que los expertos en la técnica podrán idear diversas disposiciones que, aunque no explícitamente descritas o mostradas en la presente memoria, realizan los principios de la revelación y están incluidas en su alcance. Además, todos los ejemplos y el lenguaje condicional expuestos en la presente memoria están concebidos solamente con fines pedagógicos, para ayudar al lector en la comprensión de los principios de la revelación. Esta
20 revelación y sus referencias asociadas han de ser interpretadas como sin limitación para tales ejemplos y condiciones específicamente expuestos. Además, todas las afirmaciones en la presente memoria que exponen principios, aspectos y aspectos de la revelación, así como ejemplos específicos de la misma, están concebidas para abarcar los equivalentes, tanto estructurales como funcionales, de la misma. Adicionalmente, se pretende que tales equivalentes incluyan tanto equivalentes actualmente conocidos como equivalentes desarrollados en el futuro, es decir, elementos desarrollados
25 cualesquiera que realicen la misma función, independientemente de la estructura.

Deberá apreciarse por los expertos en la técnica que los diagramas de bloques en la presente memoria representan vistas conceptuales de circuitos ilustrativos, algoritmos y etapas funcionales que realizan principios de la revelación. De manera similar, debería apreciarse que cualesquiera gráficos de flujo, diagramas de flujo, diagramas de señales, diagramas de sistemas, códigos y similares, representan diversos procesos que pueden ser esencialmente representados en un medio legible por ordenador, y así ejecutados por un ordenador o procesador, ya sea que un ordenador o procesador tal sea o no explícitamente mostrado.

30

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de comunicaciones inalámbricas, que comprende:
detectar al menos una parte de un preámbulo de un paquete transmitido por un primer dispositivo, recorriendo una pluralidad de direcciones de recepción;
- 5 recibir y decodificar una cabecera del paquete, en base a una primera dirección de recepción, para identificar que el primer dispositivo hubiera transmitido el paquete, en el que una mejor dirección de recepción está incorporada en la cabecera; y
completar la recepción del paquete en base a la mejor dirección de recepción.
- 10 2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el cual un número de la pluralidad de direcciones de recorrido está asociado a dispositivos que fueron entrenados previamente.
3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el cual un número de la pluralidad de direcciones de recepción es menor que un número de direcciones totales de recepción.
4. Un aparato de comunicaciones inalámbricas, que comprende:
un medio para detectar al menos una parte de un preámbulo de un paquete transmitido por un primer dispositivo, recorriendo una pluralidad de direcciones de recepción;
- 15 un medio para recibir y decodificar una cabecera del paquete, en base a una primera dirección de recepción, para identificar que el primer dispositivo hubiera transmitido el paquete, en el que una mejor dirección de recepción está incorporada en la cabecera; y
un medio para completar la recepción del paquete en base a la mejor dirección de recepción.
- 20 5. El procedimiento de la reivindicación 1 o el aparato de la reivindicación 4, en el cual la primera dirección de recepción comprende uno entre: (1) una dirección de trabajo determinada durante el recorrido, y (2) una mejor dirección, determinada durante el recorrido, siendo el recorrido sobre todas las direcciones de recepción.
6. El procedimiento o el aparato de la reivindicación 5, en el cual la mejor dirección es una dirección determinada en base a un indicador de calidad de enlace.
- 25 7. El procedimiento o el aparato de la reivindicación 5, en el cual la dirección de trabajo es una dirección con suficiente calidad de enlace como para permitir que se complete la recepción del paquete.
8. El procedimiento de la reivindicación 1 o el aparato de la reivindicación 4, en el cual la mejor dirección de recepción comprende uno entre (a) una mejor dirección determinada durante el recorrido, siendo el recorrido sobre todas las direcciones de recepción, y (b) una dirección de recepción que fuera establecida durante una sesión de entrenamiento con el primer dispositivo.
- 30 9. El procedimiento o el aparato de la reivindicación 8, en el cual la mejor dirección es una dirección determinada en base a un indicador de calidad de enlace.
10. El procedimiento o el aparato de la reivindicación 8, en el cual la dirección de trabajo es una dirección con suficiente calidad de enlace como para permitir que se complete la recepción del paquete.
- 35 11. El procedimiento de la reivindicación 1 o el aparato de la reivindicación 4, en el cual la cabecera comprende una dirección de dispositivo.
12. El procedimiento de la reivindicación 1 o el aparato de la reivindicación 4, en el cual el paquete fué transmitido por el primer dispositivo en una dirección de transmisión determinada durante un proceso de entrenamiento.
- 40 13. El aparato de la reivindicación 4, en el cual un número de la pluralidad de direcciones de recorrido está asociado a dispositivos que fueron previamente entrenados por el aparato.
14. El aparato de la reivindicación 4, en el cual un número de la pluralidad de direcciones de recepción es menor que un número de las direcciones totales de recepción del aparato.
15. Un producto de programa de ordenador para comunicaciones inalámbricas, que comprende:
un medio legible por máquina, que comprende instrucciones ejecutables para llevar a cabo las etapas de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, o 5 a 12.
- 45

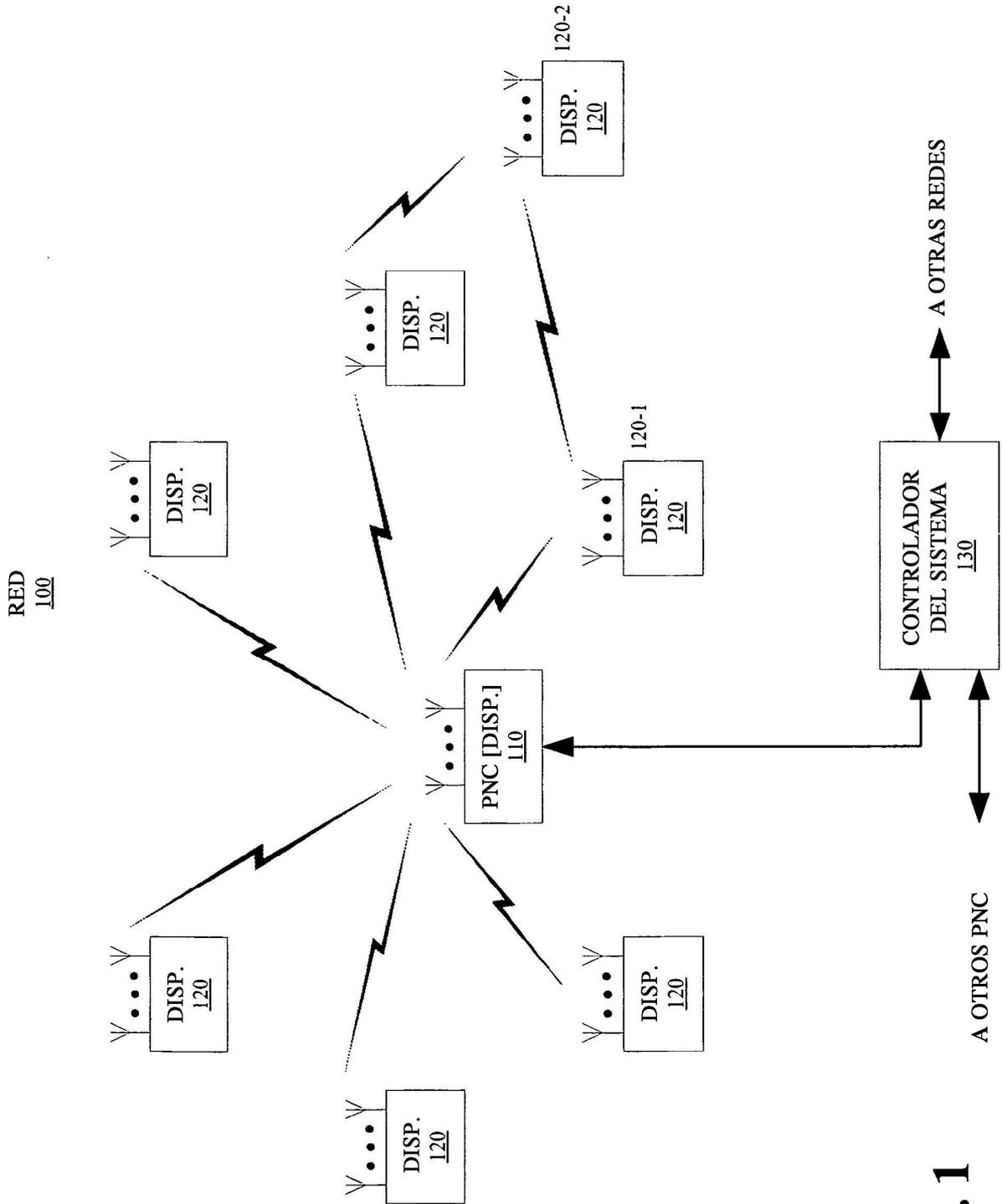


FIG. 1

200

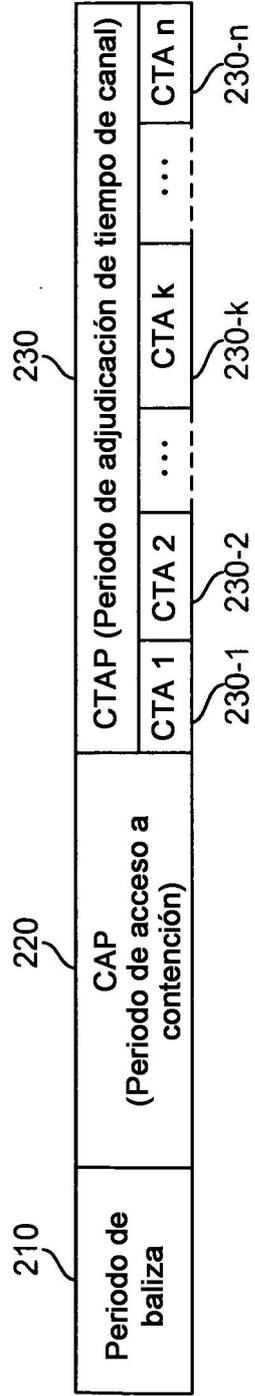


FIG. 2

300

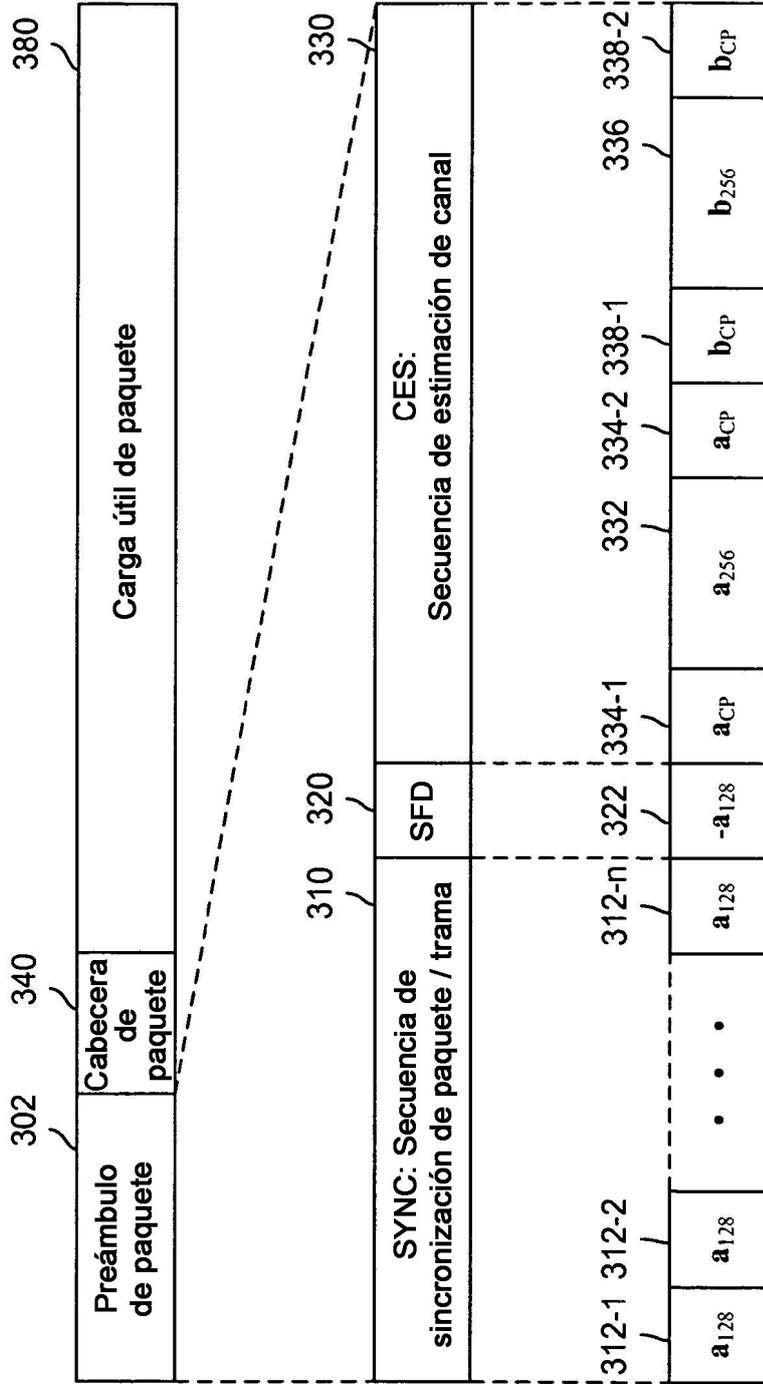


FIG. 3

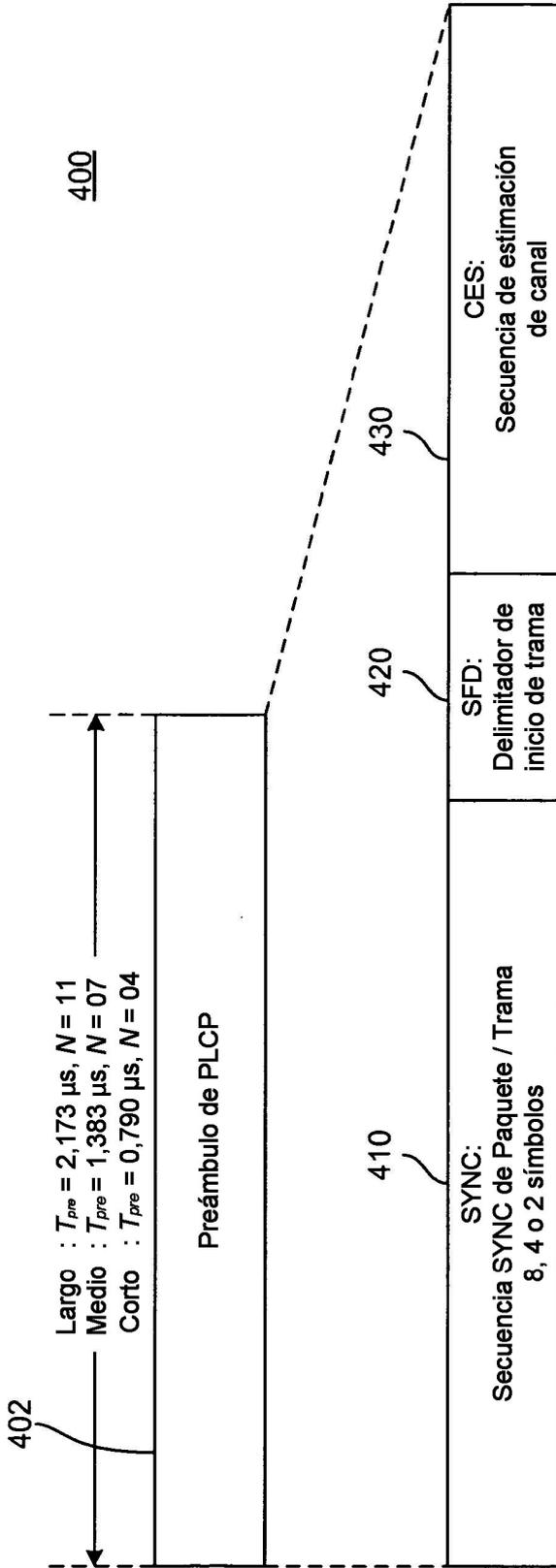


FIG. 4

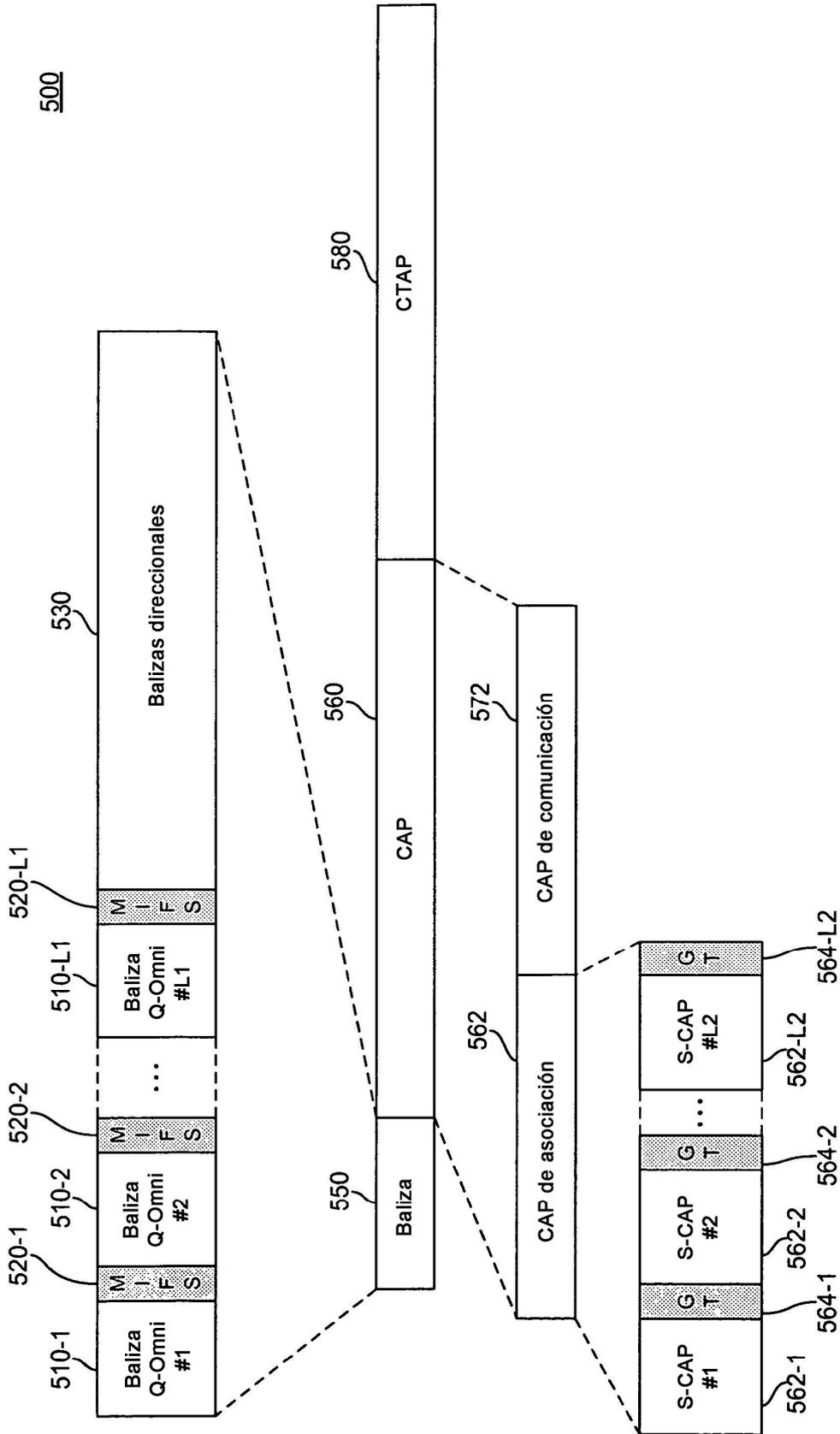


FIG. 5

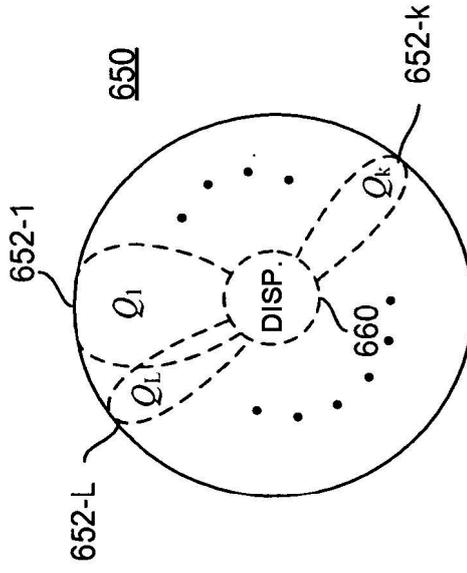


FIG. 6B

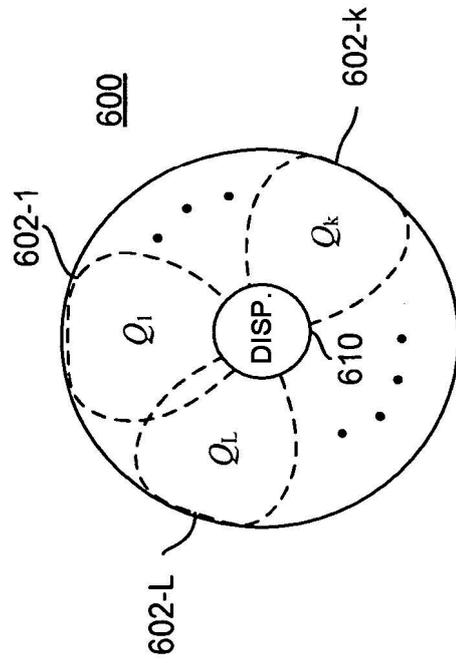


FIG. 6A

700

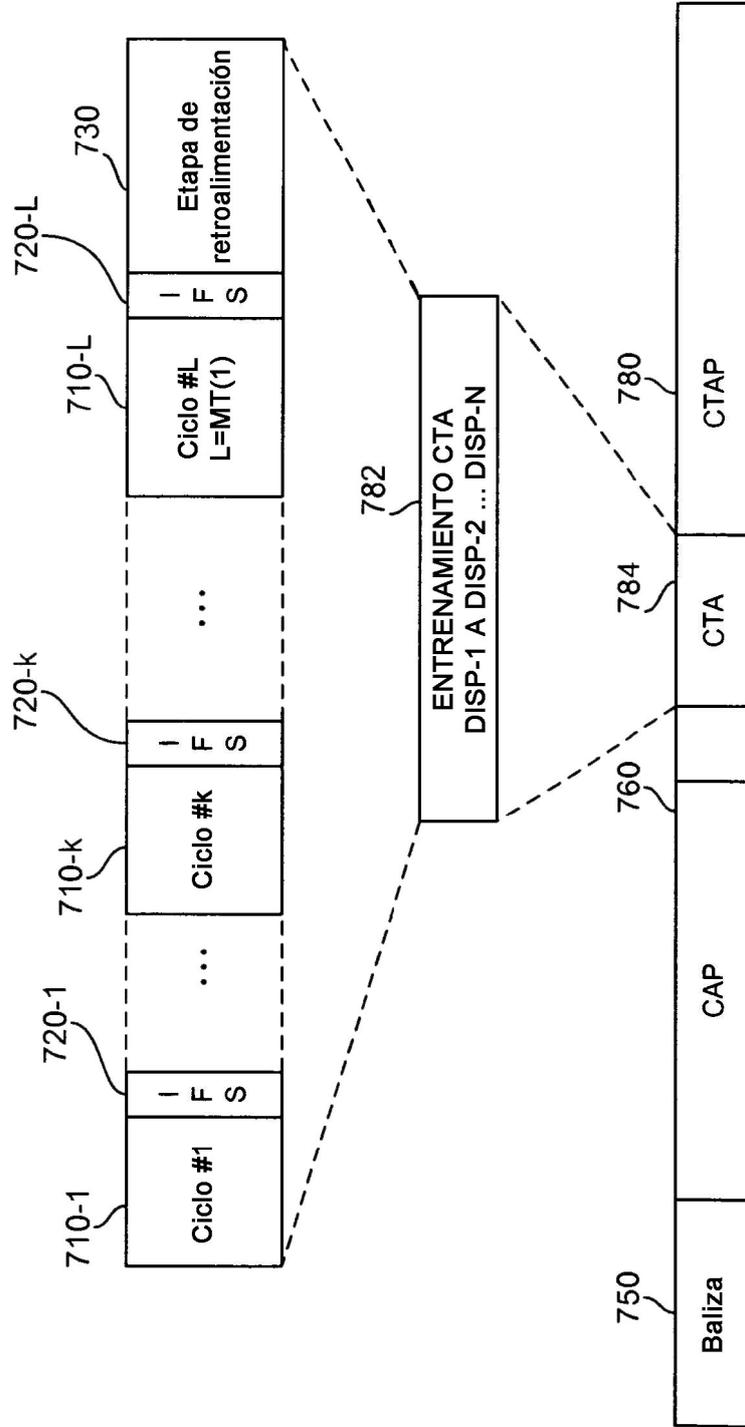


FIG. 7

800

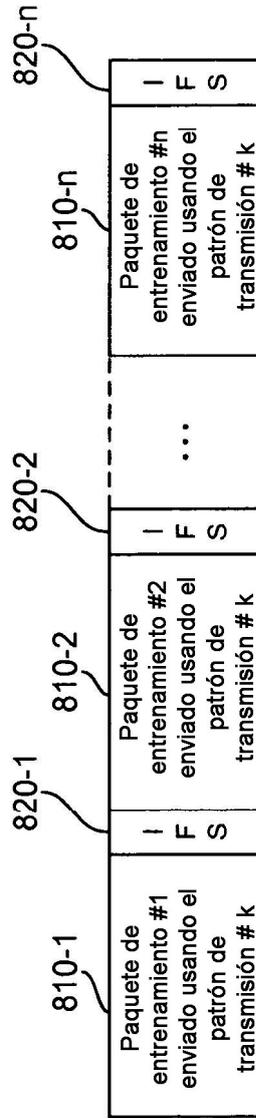


FIG. 8

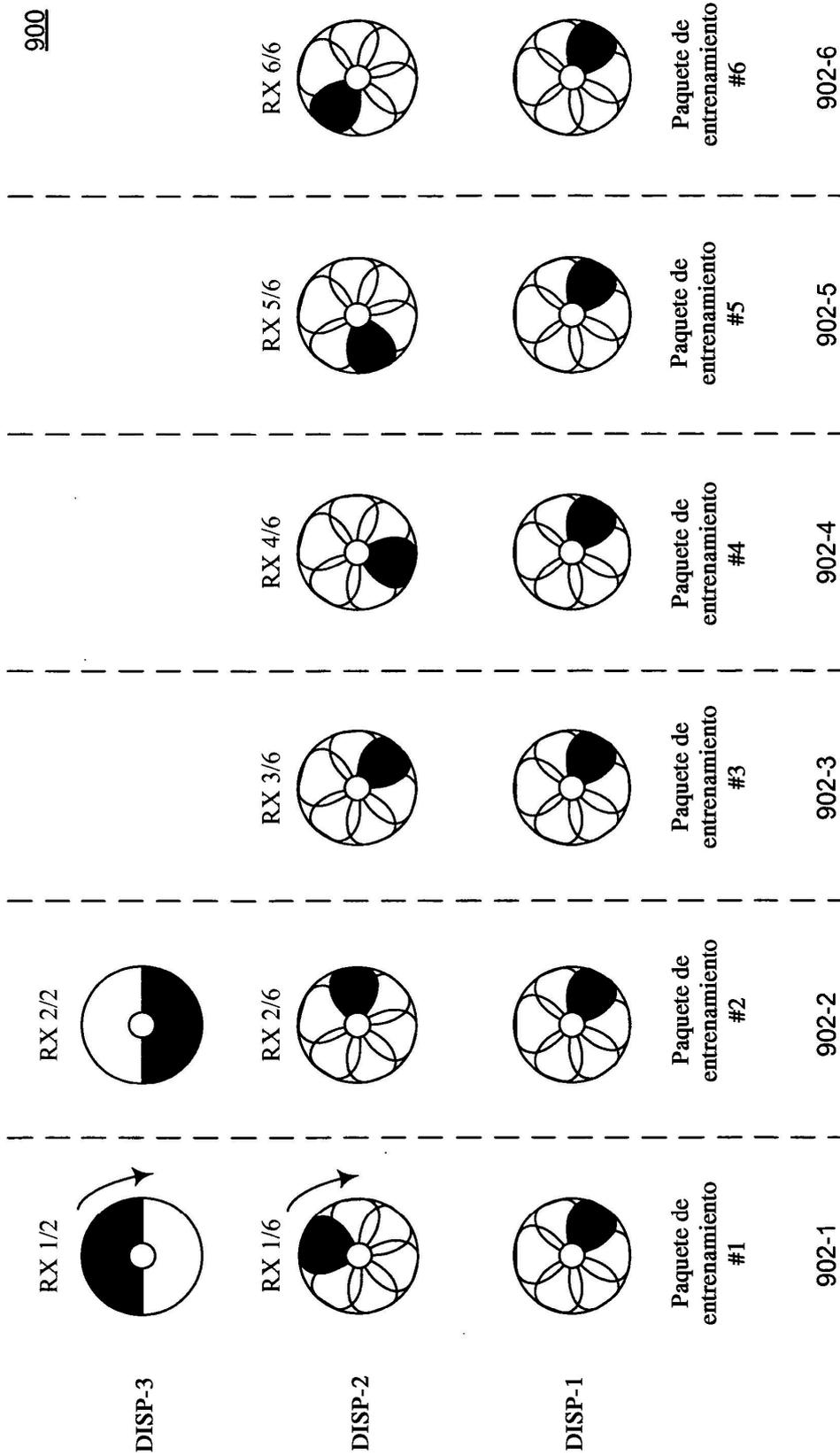


FIG. 9

1100

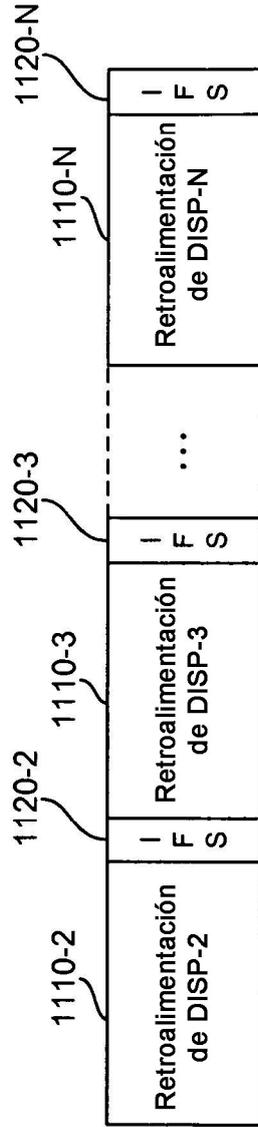


FIG. 11

1200

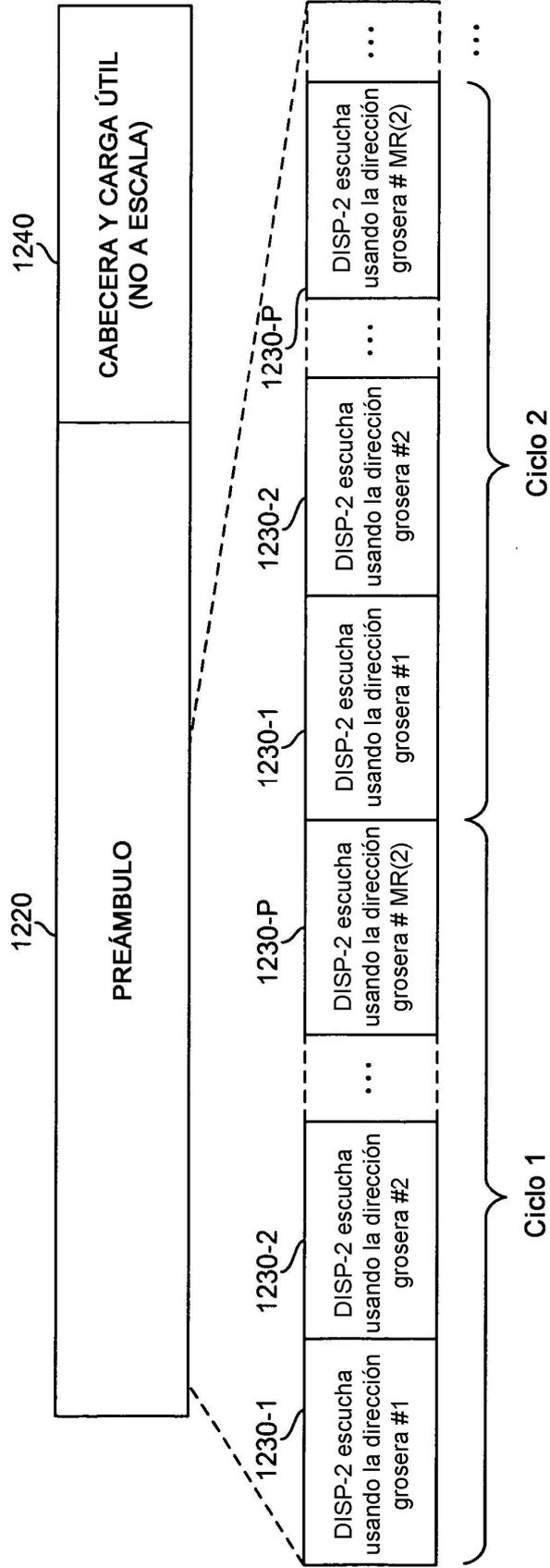


FIG. 12

1300

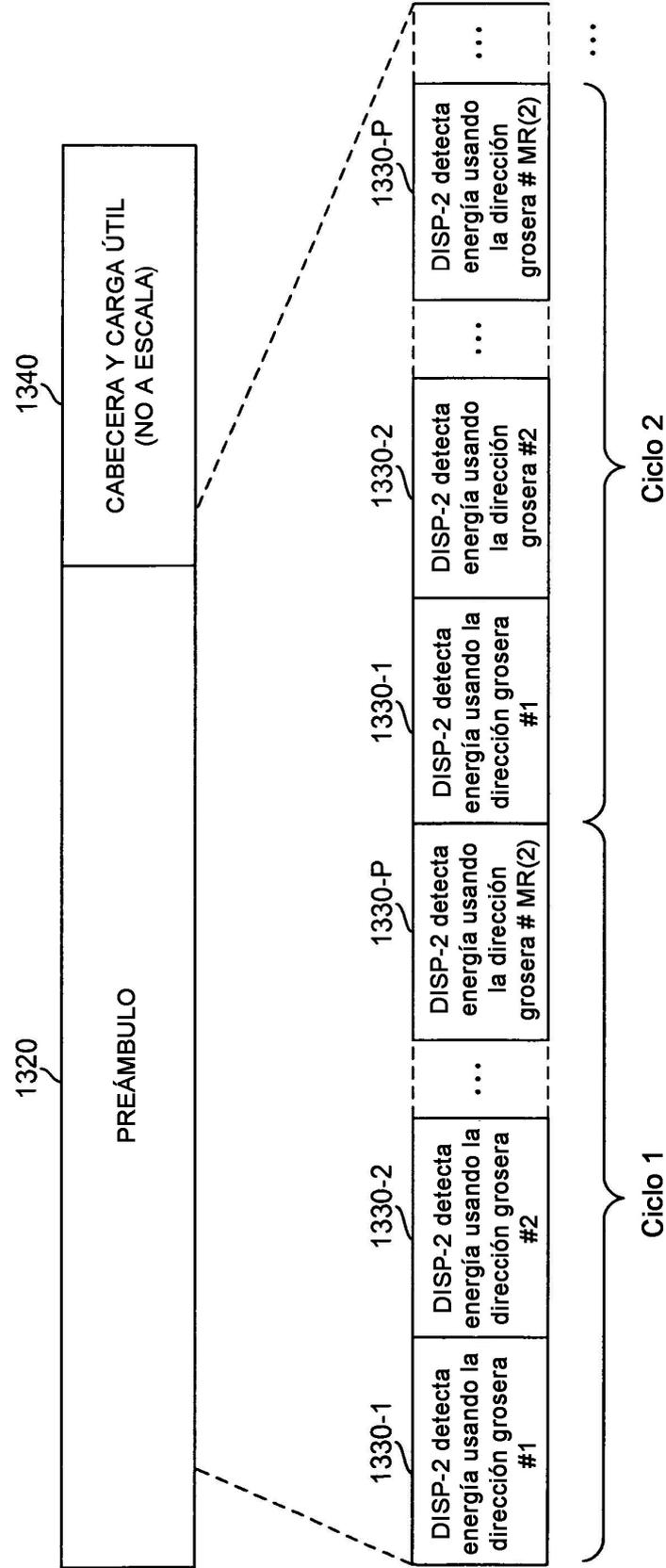


FIG. 13

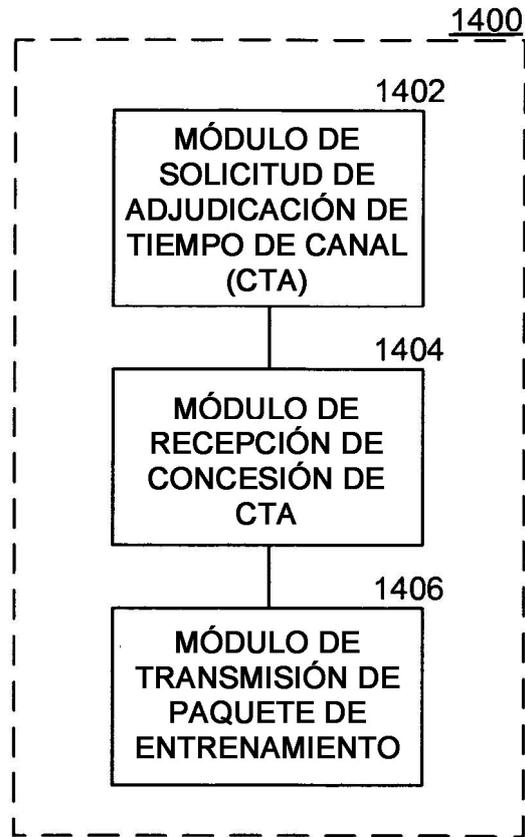


FIG. 14

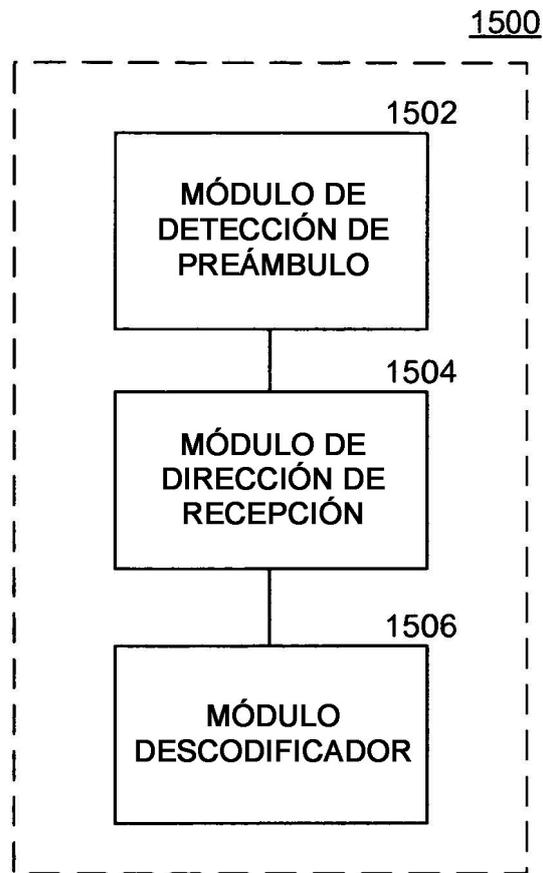


FIG. 15

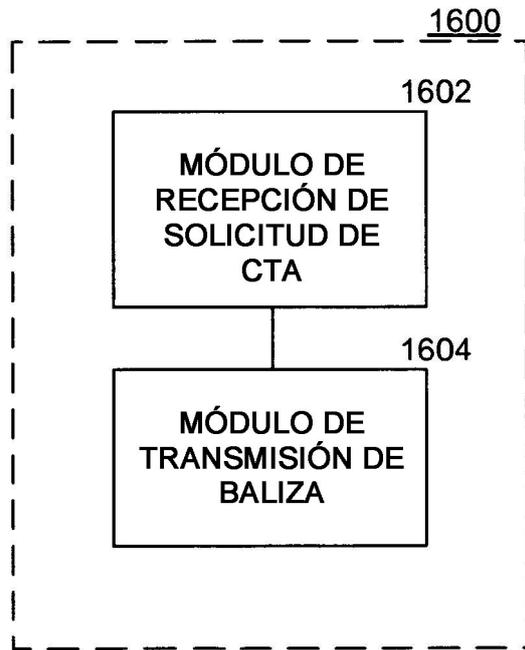


FIG. 16

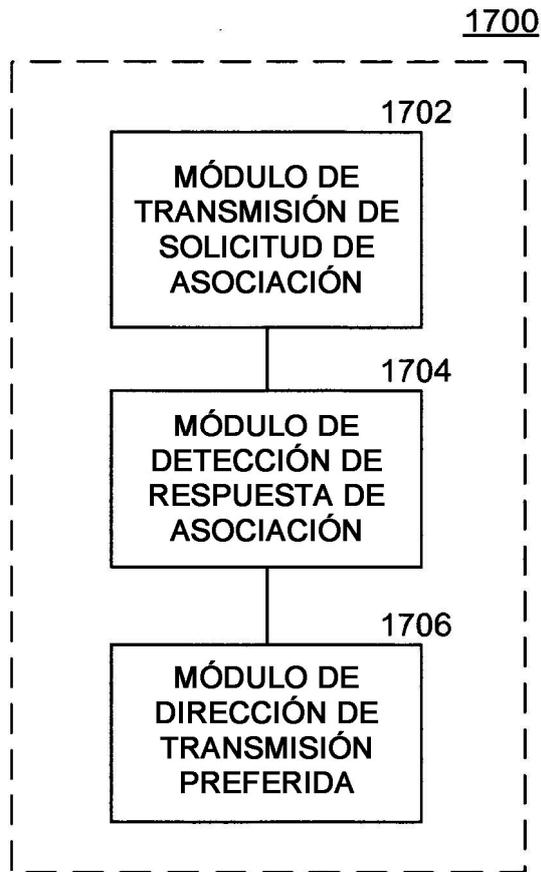


FIG. 17

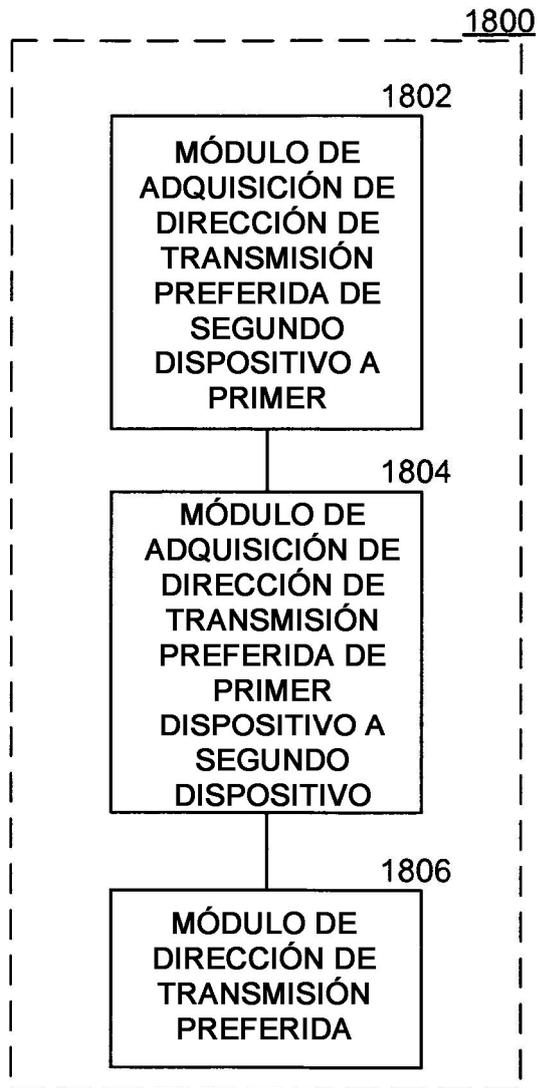


FIG. 18

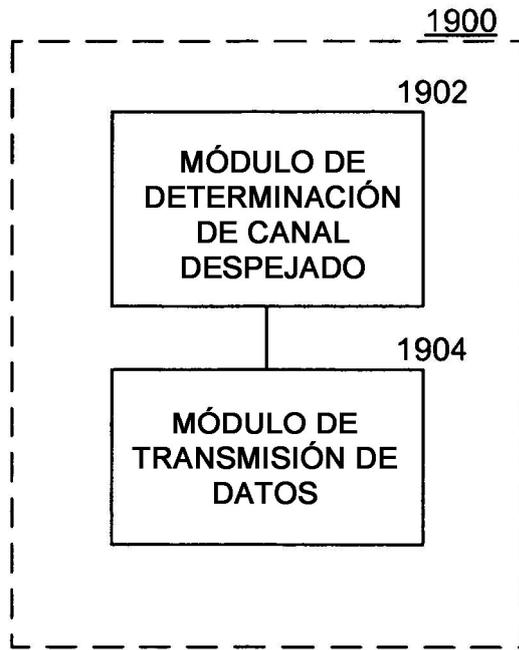


FIG. 19

2000

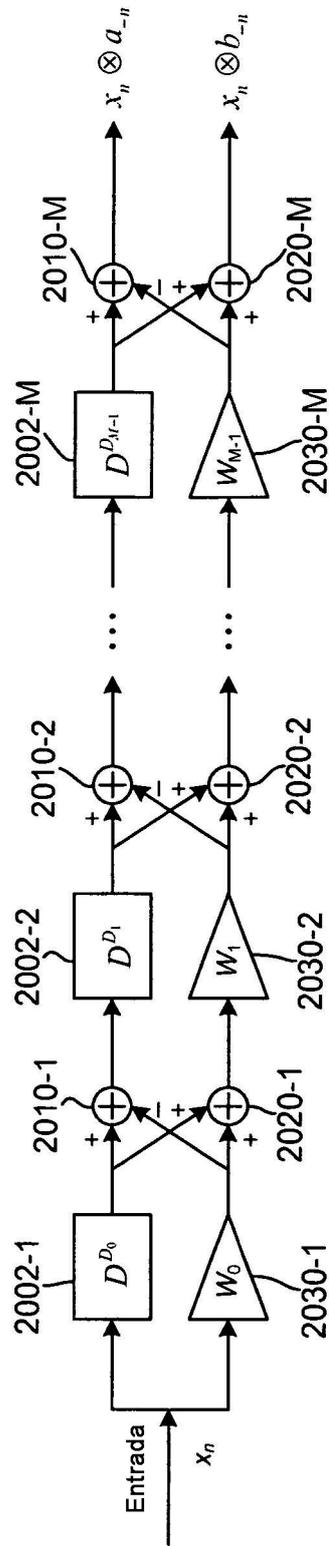


FIG. 20

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

FIG. 21A

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

FIG. 21B

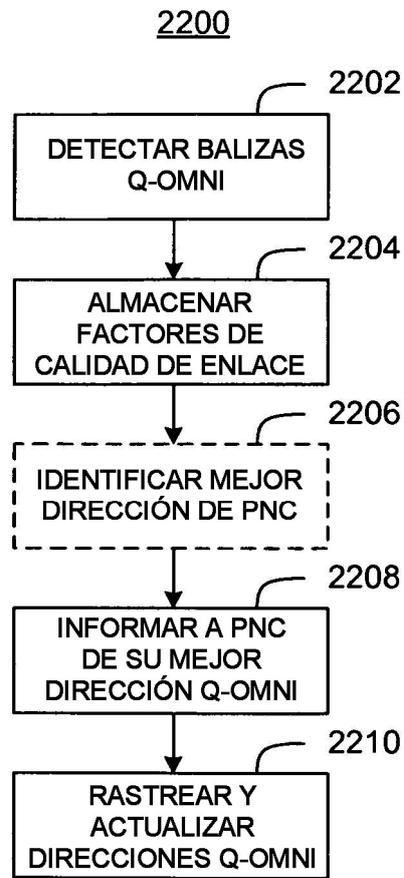


FIG. 22