

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 764 428**

51 Int. Cl.:

**H04L 27/26** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.02.2017 PCT/US2017/019187**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.09.2017 WO17151393**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.02.2017 E 17709550 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.09.2019 EP 3424192**

54 Título: **Aparato y procedimiento para transmitir tramas de un solo canal, canal enlazado y MIMO OFDM con campos para facilitar la estimación de AGC, temporización y canal**

30 Prioridad:

**02.03.2016 US 201662302754 P**  
**22.02.2017 US 201715439048**

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

**03.06.2020**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**EITAN, ALECSANDER;**  
**SANDEROVICH, AMICHAH y**  
**BASSON, GAL**

74 Agente/Representante:

**FORTEA LAGUNA, Juan José**

**ES 2 764 428 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

Aparato y procedimiento para transmitir tramas de un solo canal, canal enlazado y MIMO OFDM con campos para facilitar la estimación de AGC, temporización y canal

5

**Campo**

[0001] Ciertos aspectos de la presente divulgación en general se relacionan con las comunicaciones inalámbricas y, más particularmente, con un aparato y procedimiento para transmitir una trama de multiplexación por división de frecuencia ortogonal de un solo canal (OFDM), una trama OFDM de canal enlazado, una trama OFDM de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) de un solo canal y una trama OFDM MIMO de canal enlazado, cada una con uno o más campos para ayudar a realizar el control automático de ganancia (AGC), el tiempo asociado con el modo de realización de la transformada rápida de Fourier (FFT) y la estimación del canal asociado con la trama recibida.

10

15 **Antecedentes**

[0002] Una transmisión de una trama de multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM) para una transmisión, recepción y descodificación exitosas debe incluir cierta información. Por ejemplo, dicha trama debe incluir información para que un transmisor y/o un receptor pueda realizar un control automático de ganancia (AGC) para hacer funcionar sus componentes frontales en regiones de linealidad deseables. Dicha trama también debe incluir información para que un receptor pueda determinar una ventana de tiempo óptima para introducir muestras de una señal recibida en una transformada rápida de Fourier (FFT) para su procesamiento. Además, dicha trama debe incluir información que permita a un receptor estimar el canal a través del cual se propaga la trama para que se pueda realizar la ecualización adecuada a la trama recibida.

20

25

[0003] La información antes mencionada que debe transmitirse en una trama OFDM se aplica a las tramas que envían transmisión OFDM a través de un canal enlazado. De manera similar, la información antes mencionada también debe transmitirse en una trama OFDM de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) de manera que un receptor pueda separar la información diversa perteneciente a las subtramas de la cadena de transmisión de la trama para realizar AGC independiente, FFT paralela procesamiento y estimación/ecualización de canal de las subtramas de la cadena de transmisión recibidas.

30

[0004] El documento US 2007/104088 A1 divulga procedimientos y aparatos para formatos de preámbulo cortos mejorados en un sistema de comunicación de múltiples antenas que tiene N antenas. Se transmite (o recibe) un formato de preámbulo corto que tiene una parte heredada y una parte de alto rendimiento en cada una de las N antenas de transmisión, en el que la parte heredada comprende un campo de entrenamiento largo heredado y la parte de alto rendimiento comprende N-1 campos de entrenamiento largo de alto rendimiento. El campo de entrenamiento largo heredado y los campos de entrenamiento largos de alto rendimiento N-1 se pueden transmitir en N intervalos de tiempo utilizando una matriz ortogonal NxN, como una matriz de Walsh o una matriz de Fourier. Los N intervalos de tiempo pueden comprender opcionalmente un solo símbolo. La compatibilidad con versiones anteriores se mantiene opcionalmente al incluir un campo de entrenamiento corto heredado y un campo de señal heredado en la parte heredada del preámbulo corto.

35

40

[0005] Eckhard Ohlmer *et al.* divulga un algoritmo para detectar el número de antenas de transmisión y cómo integrar este algoritmo en un flujo de receptor típico. Los resultados muestran que el algoritmo se puede aplicar con éxito en un sistema realista si se tienen en cuenta las inexactitudes inevitables de sincronización.

45

**SUMARIO**

50 [0006] La invención se define mediante las reivindicaciones independientes.

[0007] Ciertos aspectos de la presente divulgación proporcionan un aparato para comunicaciones inalámbricas. El aparato incluye un sistema de procesamiento configurado para generar una trama que comprende una primera parte y una segunda parte, siendo dicha primera parte descodificable por un primer dispositivo que funciona de acuerdo con un primer protocolo, con dicha segunda parte no descodificable por el primer dispositivo, en la primera y la segunda parte son descodificables por un segundo dispositivo que funciona de acuerdo con un segundo protocolo; y una interfaz configurada para generar la trama para la transmisión.

55

[0008] Ciertos aspectos de la presente revelación proporcionan un procedimiento para comunicaciones inalámbricas. El procedimiento incluye generar una trama que comprende una primera parte y una segunda parte, siendo dicha primera parte descodificable por un primer dispositivo que funciona de acuerdo con un primer protocolo, con dicha segunda parte no descodificable por el primer dispositivo, en el que la primera y la segunda parte son descodificables por un segundo dispositivo que funciona de acuerdo con un segundo protocolo; y enviar la trama para la transmisión.

60

65

5 **[0009]** Ciertos aspectos de la presente divulgación proporcionan un aparato para comunicaciones inalámbricas. El aparato incluye medios para generar una trama que comprende una primera parte y una segunda parte, siendo dicha primera parte descodificable por un primer dispositivo que funciona de acuerdo con un primer protocolo, con dicha segunda parte no descodificable por el primer dispositivo, en el que la primera y segunda partes son descodificables por un segundo dispositivo que funciona de acuerdo con un segundo protocolo; y medios para dar salida a la trama para la transmisión.

10 **[0010]** Ciertos aspectos de la presente divulgación proporcionan un medio legible por ordenador que tienen instrucciones almacenadas en el mismo para generar una trama que comprende una primera parte y una segunda parte, siendo dicha primera parte descodificable por un primer dispositivo que funciona de acuerdo con un primer protocolo, con dicha segunda parte no descodificable por el primer dispositivo, en el que las partes primera y segunda son descodificables por un segundo dispositivo que funciona de acuerdo con un segundo protocolo; y enviar la trama para la transmisión.

15 **[0011]** Determinados aspectos de la presente divulgación proporcionan un nodo inalámbrico. El nodo inalámbrico comprende al menos una antena; un sistema de procesamiento configurado para generar una trama que comprende una primera parte y una segunda parte, siendo dicha primera parte descodificable por un primer dispositivo que funciona de acuerdo con un primer protocolo, con dicha segunda parte no descodificable por el primer dispositivo, en el que la primera y segunda partes son descodificables por un segundo dispositivo que funciona de acuerdo con un segundo protocolo; y una interfaz configurada para enviar la trama para transmisión a través de al menos una antena.

20 **[0012]** Los aspectos de la presente divulgación también proporcionan diversos procedimientos, medios y productos de programas informáticos correspondientes a los aparatos y operaciones descritos anteriormente.

25 **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

**[0013]**

30 La FIG. 1 es un diagrama de una red de comunicaciones inalámbricas a modo de ejemplo, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

35 La FIG. 2 ilustra un diagrama de bloques de un punto de acceso (en general, un primer nodo inalámbrico) y un dispositivo de usuario (en general, un segundo nodo inalámbrico) de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 3A ilustra una trama o parte de trama a modo de ejemplo de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

40 La FIG. 3B ilustra una cabecera de multigigabit direccional extendida (EDMG) a modo de ejemplo de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

45 La FIG. 4 ilustra una trama de un solo canal a modo de ejemplo, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 5 ilustra una trama de canal enlazado a modo de ejemplo, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

50 La FIG. 6 ilustra una trama MIMO de subtrama de dos cadenas de transmisión a modo de ejemplo, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 7 ilustra una trama MIMO de subtrama de tres cadenas de transmisión a modo de ejemplo, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

55 La FIG. 8 ilustra una trama MIMO de subtrama de cuarta cadena de transmisión a modo de ejemplo, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

60 La FIG. 9 ilustra una trama MIMO de subtrama de seis cadenas de transmisión a modo de ejemplo, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 10 ilustra una trama MIMO enlazada a canal de subtrama de dos cadenas de transmisión a modo de ejemplo de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

65 La FIG. 11 ilustra una tabla de valores originales a modo de ejemplo para polinomios primitivos usados para generar secuencias binarias pseudoaleatorias para diversas configuraciones de enlace de cadena y canal de transmisión de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 12 ilustra un diagrama de bloques de un nodo inalámbrico a modo de ejemplo, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

## 5 DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0014] Los aspectos de la presente divulgación proporcionan técnicas para realizar la estimación de canal de un canal enlazado formado uniendo una pluralidad de canales usando secuencias de entrenamiento de estimación de canal transmitidas en cada uno de la pluralidad de canales.

[0015] El término "a modo de ejemplo" se usa en el presente documento para significar que "sirve de ejemplo, caso o ilustración". Cualquier aspecto descrito en el presente documento como "a modo de ejemplo" no necesariamente ha de interpretarse como preferente o ventajoso con respecto a otros aspectos.

[0016] Los aspectos de la divulgación pretenden ser ampliamente aplicables a diferentes tecnologías inalámbricas, configuraciones de sistema, redes y protocolos de transmisión, algunos de los cuales se ilustran a modo de ejemplo en las figuras y en la siguiente descripción de los aspectos preferentes.

### UN SISTEMA A MODO DE EJEMPLO DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA

[0017] Las técnicas descritas en el presente documento se pueden usar para diversos sistemas de comunicación inalámbrica de banda ancha, incluyendo sistemas de comunicación que están basados en un esquema de multiplexado ortogonal. Entre los ejemplos de dichos sistemas de comunicación se incluyen sistemas de Acceso Múltiple por División Espacial (SDMA), de Acceso Múltiple por División de Tiempo (TDMA), de Acceso Múltiple por División Ortogonal de Frecuencia (OFDMA), de Acceso Múltiple por División de Frecuencia de Portadora Única (SC-FDMA), etc. Un sistema de SDMA puede utilizar direcciones suficientemente diferentes para transmitir de forma simultánea datos que pertenezcan a múltiples terminales de usuario. Un sistema de TDMA puede permitir que múltiples terminales de usuario compartan el mismo canal de frecuencia dividiendo la señal de transmisión en ranuras temporales diferentes, estando asignada cada ranura temporal a un terminal de usuario diferente. Un sistema de OFDMA usa el multiplexado por división ortogonal de frecuencia (OFDM), que es una técnica de modulación que divide el ancho de banda global del sistema en múltiples subportadoras ortogonales. Estas subportadoras también se pueden denominar tonos, periodos, etc. Con el OFDM, cada subportadora se puede modular con datos independientemente. Un sistema de SC-FDMA puede usar el FDMA intercalado (IFDMA) para transmitir en subportadoras que están distribuidas por el ancho de banda del sistema, el FDMA localizado (LFDMA) para transmitir en un bloque de subportadoras contiguas o el FDMA mejorado (EFDMA) para transmitir en múltiples bloques de subportadoras contiguas. En general, los símbolos de modulación se envían en el dominio de frecuencia con OFDM y en el dominio de tiempo con SC-FDMA.

[0018] Las enseñanzas en el presente documento se pueden incorporar en (por ejemplo, implementarse dentro de, o realizarse mediante) diversos aparatos alámbricos o inalámbricos (por ejemplo, nodos). En algunos aspectos, un nodo inalámbrico implementado de acuerdo con las enseñanzas del presente documento puede comprender un punto de acceso o un terminal de acceso.

[0019] Un punto de acceso ("AP") puede comprender, implementarse como, o conocerse como, un nodo B, un controlador de red de radio ("RNC"), un nodo B evolucionado (eNB), un controlador de estación base ("BSC"), una estación transceptora base ("BTS"), una estación base ("BS"), una función de transceptor ("TF"), un router de radio, un transceptor de radio, un conjunto de servicios básicos ("BSS"), un conjunto de servicios extendidos ("ESS"), una estación base de radio ("RBS"), o con alguna otra terminología.

[0020] Un terminal de acceso ("AT") puede comprender, implementarse como, o conocerse como, una estación de abonado, una enlazada de abonado, una estación móvil, una estación remota, un terminal remoto, un terminal de usuario, un agente de usuario, un dispositivo de usuario, un equipo de usuario, una estación de usuario, o con alguna otra terminología. En algunas implementaciones, un terminal de acceso puede comprender un teléfono móvil, un teléfono sin cable, un teléfono de protocolo de inicio de sesión ("SIP"), una estación de bucle local inalámbrico ("WLL"), un asistente digital personal ("PDA"), un dispositivo manual que tenga capacidad de conexión inalámbrica, una estación ("STA") o algún otro dispositivo de procesamiento adecuado conectado a un módem inalámbrico. Por consiguiente, uno o más aspectos enseñados en el presente documento pueden incorporarse a un teléfono (por ejemplo, un teléfono celular o teléfono inteligente), un ordenador (por ejemplo, un ordenador portátil), un dispositivo de comunicación portátil, un dispositivo informático portátil (por ejemplo, un asistente personal de datos), un dispositivo de entretenimiento (por ejemplo, un dispositivo de música o vídeo o una radio por satélite), un dispositivo de sistema de localización global o cualquier otro dispositivo adecuado que esté configurado para comunicarse mediante un medio inalámbrico o cableado. En algunos aspectos, el nodo es un nodo inalámbrico. Dicho nodo inalámbrico puede proporcionar, por ejemplo, conectividad para, o a, una red (por ejemplo, una red de área amplia tal como Internet o una red celular) mediante un enlace de comunicación cableada o inalámbrica.

**[0021]** Con referencia a la siguiente descripción, debe entenderse que no solo se permiten las comunicaciones entre los puntos de acceso y los dispositivos de usuario, sino que también se permiten las comunicaciones directas (por ejemplo, de igual a igual) entre los respectivos dispositivos de usuario. Además, un dispositivo (por ejemplo, un punto de acceso o un dispositivo de usuario) puede cambiar su comportamiento entre un dispositivo de usuario y un punto de acceso de acuerdo con varias condiciones. Además, un dispositivo físico puede desempeñar múltiples funciones: dispositivo de usuario y punto de acceso, dispositivo de múltiples usuarios, múltiples puntos de acceso, por ejemplo, en diferentes canales, diferentes intervalos de tiempo, o ambos.

**[0022]** La FIG. 1 ilustra un diagrama de bloques de una red de comunicaciones inalámbricas 100 a modo de ejemplo, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación. La red de comunicaciones 100 comprende un punto de acceso 102, una red central 104, un dispositivo de usuario heredado 106 y un nuevo dispositivo de usuario de protocolo 110.

**[0023]** El punto de acceso 102, que puede configurarse para una aplicación de red de área local inalámbrica (LAN), puede facilitar las comunicaciones de datos entre los dispositivos de usuario 106 y 110. El punto de acceso 102 puede facilitar aún más las comunicaciones de datos entre dispositivos acoplados a la red central 104 y uno o más de los dispositivos de usuario 106 y 110.

**[0024]** En este ejemplo, el punto de acceso 102 y el dispositivo de usuario heredado 106 comunican datos entre sí utilizando un protocolo heredado. Un ejemplo de un protocolo heredado incluye el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) 802.11ad. De acuerdo con este protocolo, las comunicaciones de datos entre el punto de acceso 102 y el dispositivo de usuario heredado 106 se efectúan a través de la transmisión de tramas de datos que cumplen con el protocolo 802.11ad. Como se analiza más adelante en el presente documento, una trama de datos 802.11ad incluye un preámbulo que consta de una secuencia de campo de entrenamiento corto (L-STF) y una secuencia de campo de estimación de canal (L-CEF), una cabecera (cabecera L), una carga útil de datos y un campo de entrenamiento de formación de haces opcional.

**[0025]** La secuencia L-STF incluye una pluralidad de secuencias Golay ( $Ga_{128}$ ) concatenadas seguidas de una secuencia Golay negativa ( $-Ga_{128}$ ) para indicar el final de la secuencia STF. La secuencia L-STF puede ayudar a un receptor a configurar su control automático de ganancia (AGC), tiempo y configuración de frecuencia para recibir con precisión el resto de la trama.

**[0026]** En el caso de un modo de transmisión de una sola portadora (SC), L-CEF incluye una secuencia  $Gu_{512}$  (que se compone de las siguientes secuencias de Golay concatenadas ( $-Gb_{128}$ ,  $-Ga_{128}$ ,  $Gb_{128}$ ,  $-Ga_{128}$ )) seguidas de una secuencia  $Gv_{512}$  (que se compone de las siguientes secuencias de Golay concatenadas ( $-Gb_{128}$ ,  $Ga_{128}$ ,  $-Gb_{128}$ ,  $-Ga_{128}$ )) y termina con una secuencia  $Gv_{128}$  (igual que  $-Gb_{128}$ ). En el caso de un modo de transmisión de multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM), L-CEF incluye una secuencia  $Gv_{512}$  seguida de una secuencia  $Gu_{512}$ , y termina con una secuencia  $Gv_{128}$ . El L-CEF ayuda a un receptor a estimar la función de transferencia o la respuesta de frecuencia de un canal a través del cual se transmite una trama de datos.

**[0027]** La cabecera L en la trama de datos 802.11ad incluye información sobre la trama. Dicha información incluye un campo de inicio de aleatorizador, que especifica un valor original para la aleatorización aplicado al resto de la cabecera y los datos de carga útil para fines de blanqueo de datos. La cabecera L también incluye el campo del esquema de modulación y codificación (MCS) para indicar uno de los 12 MCS definidos utilizados para transmitir la parte de carga útil de datos de la trama. La cabecera L incluye un campo de longitud para indicar la longitud de la carga útil de datos en octetos. La cabecera L incluye además un campo de longitud de entrenamiento para indicar una longitud de la secuencia de entrenamiento de formación de haces opcional al final de la trama. Además, la cabecera L incluye un campo de tipo de paquete para indicar si el campo de formación de haces opcional pertenece a la transmisión o a la recepción. Además, la cabecera L incluye un campo de suma de comprobación de cabecera (HCS) para indicar una suma de comprobación de código de redundancia cíclica (CRC) (por ejemplo, CRC-32) sobre los bits de cabecera.

**[0028]** Refiriéndose nuevamente a la FIG. 1, el dispositivo de usuario heredado 106 es capaz de descodificar toda la trama de datos 802.11ad. La nueva trama divulgada en el presente documento, que puede ser adoptada posteriormente para un nuevo estándar o protocolo, como el IEEE 802.11ay actualmente en desarrollo, proporciona alguna característica de compatibilidad con versiones anteriores. Como se analiza con más detalle en el presente documento, la nueva trama incluye el preámbulo (el L-STF y el L-CEF) y la cabecera L del protocolo 802.11ad, pero también partes adicionales que pertenecen al nuevo protocolo propuesto. Por consiguiente, el dispositivo de usuario heredado 106 está configurado para descodificar los campos L-STF, L-CEF y de cabecera L de la nueva trama, pero no está configurado para descodificar la parte restante de la nueva trama. El dispositivo de usuario heredado 106 puede descodificar los datos en el campo de longitud de la cabecera L de la nueva trama para calcular un vector de asignación de red (NAV) para determinar la longitud de la nueva trama con el fin de evitar colisiones de transmisión dado que tanto los dispositivos de usuario heredados como los nuevos dispositivos de protocolo utilizan los mismos canales para la transmisión.

**[0029]** El nuevo dispositivo de usuario de protocolo 110 es capaz de comunicarse con el punto de acceso 102 utilizando la nueva trama de datos, y algunas o todas las características de la nueva trama pueden adoptarse para el protocolo 802.11ay que actualmente está en desarrollo. Como se describe más adelante en el presente documento, la nueva trama de datos incluye el legado de los campos L-STF, L-CEF y cabecera L. Además de los campos heredados, la nueva trama comprende además una cabecera multigigabit direccional extendida (EDMG). Como se analiza con más detalle en el presente documento, la cabecera EDMG comprende una pluralidad de campos para indicar varios atributos para la nueva trama. Dichos atributos incluyen la longitud de datos de la carga útil, el número de bloques de datos de comprobación de paridad de baja densidad (LDPC) adjuntos a la cabecera EDMG, el número de flujos espaciales, el número de canales enlazados, el canal más a la izquierda (frecuencia más baja) de los canales enlazados, el esquema de codificación de modulación (MCS) para la carga útil de datos de la nueva trama y otra información. Como se mencionó anteriormente, la cabecera EDMG puede agregarse además con datos de carga útil que no están en la parte de carga útil de datos de la nueva trama. Para mensajes cortos, todos los datos de la carga útil pueden adjuntarse a la cabecera EDMG, evitando así la necesidad de transmitir la parte de carga útil de datos "separada" de la nueva trama, lo cual agrega una sobrecarga significativa a la trama.

**[0030]** La nueva trama de datos está configurada para proporcionar características adicionales para mejorar el rendimiento de los datos mediante el empleo de esquemas de modulación de datos más altos, enlace de canal y transmisión espacial mejorada a través de configuraciones de antena de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO). Por ejemplo, el protocolo 802.11ad heredado incluye los esquemas de modulación disponibles BPSK, QPSK y 16QAM. De acuerdo con el nuevo protocolo, hay disponibles esquemas de modulación más altos, tal como 64QAM, 64APSK, 128APSK, 256QAM y 256APSK. Además, una pluralidad de canales se pueden enlazar para aumentar el rendimiento de los datos. Además, tales canales enlazados pueden transmitirse por medio de una pluralidad de transmisiones espaciales usando una configuración de antena MIMO.

**[0031]** La FIG. 2 ilustra un diagrama de bloques de una red de comunicaciones inalámbrica 200 que incluye un punto de acceso 210 (en general, un primer nodo inalámbrico) y un dispositivo de usuario 250 (en general, un segundo nodo inalámbrico). El punto de acceso 210 es una entidad transmisora para el enlace descendente y una entidad receptora para el enlace ascendente. El dispositivo de usuario 250 es una entidad transmisora para el enlace ascendente y una entidad receptora para el enlace descendente. Como se usa en el presente documento, una "entidad transmisora" es un aparato o dispositivo hecho funcionar independientemente que puede transmitir datos por medio de un canal inalámbrico, y una "entidad receptora" es un aparato o dispositivo hecho funcionar independientemente que puede recibir datos por medio de un canal inalámbrico.

**[0032]** Se entenderá que el punto de acceso 210 puede ser, de forma alternativa, un dispositivo de usuario, y el dispositivo de usuario 250 puede ser, de forma alternativa, un punto de acceso.

**[0033]** Para transmitir datos, el punto de acceso 210 comprende un procesador de datos de transmisión 220, un generador de tramas 222, un procesador de transmisión 224, una pluralidad de transceptores 226-1 a 226-N y una pluralidad de antenas 230-1 a 230-N. El punto de acceso 210 también comprende un controlador 234 para controlar las operaciones del punto de acceso 210.

**[0034]** En funcionamiento, el procesador de datos de transmisión 220 recibe datos (por ejemplo, bits de datos) desde un origen de datos 215, y procesa los datos para su transmisión. Por ejemplo, el procesador de datos de transmisión 220 puede codificar los datos (por ejemplo, bits de datos) en datos codificados, y modular los datos codificados en símbolos de datos. El procesador de datos de transmisión 220 puede soportar diferentes esquemas de modulación y codificación (MCS). Por ejemplo, el procesador de datos de transmisión 220 puede codificar los datos (por ejemplo, usando la codificación de comprobación de paridad de baja densidad (LDPC)) en una cualquiera de una pluralidad de diferentes velocidades de codificación. Además, el procesador de datos de transmisión 220 puede modular los datos codificados usando cualquiera de una pluralidad de esquemas de modulación diferentes, que incluyen, entre otros, BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM, 64APSK, 128APSK, 256QAM y 256APSK.

**[0035]** En ciertos aspectos, el controlador 234 puede enviar una orden al procesador de datos de transmisión 220 especificando qué esquema de modulación y codificación (MCS) usar (por ejemplo, basado en las condiciones del canal del enlace descendente), y el procesador de datos de transmisión 220 puede codificar y modular datos desde el origen de datos 215 de acuerdo con el MCS especificado. Se debe apreciar que el procesador de datos de transmisión 220 puede realizar un procesamiento adicional sobre los datos, tal como la aleatorización de datos, y/u otro procesamiento. El procesador de datos de transmisión 220 envía los símbolos de datos al generador de tramas 222.

**[0036]** El formador de tramas 222 genera una trama (también denominada paquete), e inserta los símbolos de datos en unos datos de carga útil de la trama. La trama puede incluir un preámbulo heredado (por ejemplo, L-STF y L-CEF), una cabecera L heredada, una cabecera EDMG, un nuevo preámbulo de protocolo (por ejemplo, EDMG STF-A, EDMG STF-B y EDMG STF- CEF), una carga útil de datos y una secuencia de entrenamiento de haz opcional (TRN). El preámbulo heredado puede incluir la secuencia del campo de entrenamiento corto heredado (L-STF) y el campo de estimación del canal heredado (L-CEF) para ayudar al dispositivo de usuario 250 a recibir la trama. La cabecera L y la cabecera EDMG puede incluir información relacionada con los datos en la carga útil, tal

como la longitud de los datos y el MCS usado para codificar y modular los datos. Esta información permite que el dispositivo de usuario 250 desmodule y descodifique los datos. Los nuevos campos de preámbulo de protocolo, EDMG STF-A, EDMG STF-B y EDMG CEF, ayudan a un receptor en el control automático de ganancia (AGC) de su extremo frontal, configurando una ventana de tiempo para introducir muestras en una transformada rápida de Fourier (FFT) y estimar una respuesta de frecuencia de un canal a través del cual se recibe la trama. Los datos en la carga útil se pueden dividir entre una pluralidad de bloques, en el que cada bloque puede incluir una parte de los datos y un intervalo de protección (GI) para ayudar al receptor con el seguimiento de fase. El generador de tramas 222 envía la trama al procesador de transmisión 224.

**[0037]** El procesador de transmisión 224 procesa la trama para la transmisión en el enlace descendente. Por ejemplo, el procesador de transmisión 224 puede soportar diferentes modos de transmisión, tales como un modo de transmisión de multiplexado por división ortogonal de frecuencia (OFDM). En este ejemplo, el controlador 234 puede enviar una orden al procesador de transmisión 224 especificando qué modo de transmisión usar, y el procesador de transmisión 224 puede procesar la trama para su transmisión de acuerdo con el modo de transmisión especificado. El procesador de transmisión 224 puede aplicar una máscara espectral a la trama para que el componente de frecuencia de la señal de enlace descendente cumpla determinados requisitos espectrales.

**[0038]** En ciertos aspectos, el procesador de transmisión 224 puede soportar la transmisión de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO). En estos aspectos, el punto de acceso 210 puede incluir múltiples antenas 230-1 a 230-N y múltiples transceptores 226-1 a 226-N (por ejemplo, uno para cada antena). El procesador de transmisión 224 puede realizar un procesamiento espacial en las tramas de entrada y proporcionar una pluralidad de flujos de transmisión para la pluralidad de antenas. Los transceptores 226-1 a 226-N reciben y procesan (por ejemplo, convierten a analógico, amplifican, filtran y convierten de forma ascendente en frecuencia) los respectivos flujos de tramas de transmisión para generar distintas señales de transmisión espacialmente diversas para su transmisión por medio de las antenas 230-1 a 230-N, respectivamente.

**[0039]** Para transmitir datos, el dispositivo de usuario 250 comprende un procesador de datos de transmisión 260, un generador de tramas 262, un procesador de transmisión 264, una pluralidad de transceptores 266-1 a 266-M y una pluralidad de antenas 270-1 a 270-M (por ejemplo, una antena por transceptor). El dispositivo de usuario 250 puede transmitir datos al punto de acceso 210 en el enlace ascendente, y/o transmitir datos a otro dispositivo de usuario (por ejemplo, para la comunicación de igual a igual). El dispositivo de usuario 250 también comprende un controlador 274 para controlar las operaciones del dispositivo de usuario 250.

**[0040]** En funcionamiento, el procesador de datos de transmisión 260 recibe datos (por ejemplo, bits de datos) desde un origen de datos 255, y procesa (por ejemplo, codifica y modula) los datos para su transmisión. El procesador de datos de transmisión 260 puede soportar diferentes MCS. Por ejemplo, el procesador de datos de transmisión 260 puede codificar los datos (por ejemplo, utilizando la codificación LDPC) en cualquiera de una pluralidad de diferentes velocidades de codificación, y modular los datos codificados utilizando cualquiera de una pluralidad de diferentes esquemas de modulación, incluyendo, pero no limitado a, BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM, 64APSK, 128APSK, 256QAM y 256APSK. En determinados aspectos, el controlador 274 puede enviar una orden al procesador de datos de transmisión 260 especificando qué MCS usar (por ejemplo, basándose en las condiciones del canal del enlace ascendente), y el procesador de datos de transmisión 260 puede codificar y modular datos desde el origen de datos 255 de acuerdo con el MCS especificado. Se debe apreciar que el procesador de datos de transmisión 260 puede realizar un procesamiento adicional en los datos. El procesador de datos de transmisión 260 envía los símbolos de datos al generador de tramas 262.

**[0041]** El formador de tramas 262 genera una trama e inserta los símbolos de datos recibidos en unos datos de carga útil de la trama. La trama puede incluir el preámbulo heredado (L-STF y L-CEF), la cabecera L heredada, la cabecera EDMG, el nuevo preámbulo de protocolo (EDMG STF-A, EDMG STF-B y EDMG CEF, una carga útil de datos, y una secuencia de entrenamiento de haz opcional (TRN). El preámbulo heredado y del nuevo protocolo ayudan al punto de acceso 210 y/u otro dispositivo de usuario a recibir la trama. La cabecera L y la cabecera EDMG puede incluir información relacionada con los datos en la carga útil, tal como la longitud de los datos y el MCS usado para codificar y modular los datos. Los datos en la carga útil se pueden dividir entre una pluralidad de bloques donde cada bloque puede incluir una parte de los datos y un intervalo de protección (GI) que ayuda al punto de acceso y/u otro dispositivo de usuario con el seguimiento de fase. El generador de tramas 262 envía la trama al procesador de transmisión 264.

**[0042]** El procesador de transmisión 264 procesa la trama para la transmisión. Por ejemplo, el procesador de transmisión 264 puede soportar diferentes modos de transmisión, tales como un modo de transmisión OFDM y un modo de transmisión de WB SC. En este ejemplo, el controlador 274 puede enviar una orden al procesador de transmisión 264 especificando qué modo de transmisión usar, y el procesador de transmisión 264 puede procesar la trama para su transmisión de acuerdo con el modo de transmisión especificado. El procesador de transmisión 264 puede aplicar una máscara espectral a la trama para que el componente de frecuencia de la señal de enlace ascendente cumpla determinados requisitos espectrales.

5 **[0043]** Los transceptores 266-1 a 266-M reciben y procesar (por ejemplo, convierten a analógico, amplifican, filtran y convierten de manera ascendente en frecuencia) la salida del procesador de transmisión 264 para la transmisión a través de las una o más antenas 270-1 a 270-M. Por ejemplo, el transceptor 266-1 a 266-M puede convertir de manera ascendente la salida del procesador de transmisión 264 a una señal de transmisión que tiene una frecuencia en el rango de 60 GHz.

10 **[0044]** En ciertos aspectos, el procesador de transmisión 264 puede soportar la transmisión de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO). En estos aspectos, el dispositivo de usuario 250 puede incluir múltiples antenas 270-1 a 270-M y múltiples transceptores 266-1 a 266-M (por ejemplo, uno para cada antena). El procesador de transmisión 264 puede realizar un procesamiento espacial en la trama entrante y proporcionar una pluralidad de flujos de tramas de transmisión para la pluralidad de antenas 270-1 a 270-M. Los transceptores 266-1 a 266-M reciben y procesan (por ejemplo, convierten a analógico, amplifican, filtran y convierten de manera ascendente en frecuencia) los flujos de trama de transmisión respectivos para generar distintas señales de transmisión espacialmente diversas para la transmisión a través de las antenas 270-1 a 270-M.

15 **[0045]** Para recibir datos, el punto de acceso 210 comprende un procesador de recepción 242, y un procesador de datos de recepción 244. En funcionamiento, los transceptores 226-1 a 226-N reciben una señal (por ejemplo, desde el dispositivo de usuario 250) y procesan espacialmente (por ejemplo, convierten de forma descendente en frecuencia, amplifican, filtran y convierten a digital) la señal recibida.

20 **[0046]** El procesador de recepción 242 recibe las salidas de los transceptores 226-1 a 226-N, y procesa las salidas para recuperar símbolos de datos. Por ejemplo, el punto de acceso 210 puede recibir datos (por ejemplo, desde el dispositivo de usuario 250) en una trama. En este ejemplo, el procesador de recepción 242 puede detectar el inicio de la trama usando la secuencia L-STF heredada en el preámbulo de la trama. El procesador de recepción 242 también puede usar el L-STF y/o el EDMG STF-A para el ajuste del control automático de ganancia (AGC). El procesador del receptor 242 también puede usar el EDMG STF-B para establecer y mantener la ventana de tiempo adecuada para introducir muestras de la señal recibida en una FFT para su procesamiento. El procesador de recepción 242 también puede realizar una estimación de canal (por ejemplo, usando el L-CEF heredado y/o los campos del nuevo protocolo EDMG CEF de la trama) y realizar la ecualización de canal en la señal recibida basándose en la estimación de canal.

25 **[0047]** Además, el procesador de recepción 242 puede estimar ruido de fase usando los intervalos de protección (IG) en la carga útil, y reducir el ruido de fase en la señal recibida basándose en el ruido de fase estimado. El ruido de fase se puede deber al ruido de un oscilador local en el dispositivo de usuario 250 y/o al ruido de un oscilador local en el punto de acceso 210 usado para la conversión de frecuencia. El ruido de fase también puede incluir ruido del canal. El procesador de recepción 242 también puede recuperar información (por ejemplo, el esquema MCS) de la cabecera de la trama, y enviar la información al controlador 234. Después de realizar la ecualización de canal y/o reducción de ruido de fase, el procesador de recepción 242 puede recuperar símbolos de datos de la trama, y enviar los símbolos de datos recuperados al procesador de datos de recepción 244 para un procesamiento adicional.

35 **[0048]** El procesador de datos de recepción 244 recibe los símbolos de datos del procesador de recepción 242 y una indicación del esquema MSC correspondiente del controlador 234. El procesador de datos de recepción 244 desmodula y descodifica los símbolos de datos para recuperar los datos de acuerdo con el esquema MSC indicado, y envía los datos recuperados (por ejemplo, bits de datos) a un colector de datos 246 para su almacenamiento y/o procesamiento adicional.

40 **[0049]** Como se analizó anteriormente, el dispositivo de usuario 250 puede transmitir datos usando un modo de transmisión OFDM. En este caso, el procesador de recepción 242 puede procesar la señal de recepción de acuerdo con el modo de transmisión OFDM. Además, como se analiza anteriormente, el procesador de transmisión 264 puede soportar la transmisión de múltiples salidas, múltiples entradas (MIMO). En este caso, el punto de acceso 210 incluye múltiples antenas 230-1 a 230-N y múltiples transceptores 226-1 a 226-N (por ejemplo, uno para cada antena). Cada transceptor recibe y procesa (por ejemplo, convierte de forma descendente la frecuencia, amplifica, filtra, convierte de forma ascendente en frecuencia) la señal de la antena respectiva. El procesador de recepción 242 puede realizar un procesamiento espacial en las salidas de los transceptores 226-1 a 226-N para recuperar los símbolos de datos.

45 **[0050]** Para recibir datos, el dispositivo de usuario 250 comprende un procesador de recepción 282, y un procesador de datos de recepción 284. En funcionamiento, los transceptores 266-1 a 266-M reciben una señal (por ejemplo, desde el punto de acceso 210 u otro dispositivo de usuario) a través de las antenas respectivas 270-1 a 270-M, y procesan (por ejemplo, convierten de forma descendente en frecuencia, amplifican, filtran y convierten a digital) la señal recibida.

50 **[0051]** El procesador de recepción 282 recibe las salidas de los transceptores 266-1 a 266-M, y procesa las salidas para recuperar símbolos de datos. Por ejemplo, el dispositivo de usuario 250 puede recibir datos (por ejemplo, desde el punto de acceso 210 u otro dispositivo de usuario) en una trama, como se ha analizado anteriormente. En este ejemplo, el procesador de recepción 282 puede detectar el inicio de la trama usando la

secuencia L-STF heredada en el preámbulo de la trama. El procesador de recepción 282 puede realizar un control automático de ganancia (AGC) usando el L-STF heredado y/o el EDMG STF-A. El procesador del receptor 282 también puede usar el EDMG STF-B para establecer y mantener la ventana de tiempo apropiada para introducir muestras de la señal recibida en una FFT para su procesamiento. El procesador de recepción 282 también puede realizar una estimación de canal (por ejemplo, usando el L-CEF heredado y/o el nuevo protocolo EDMG CEF de la trama) y realizar la ecualización de canal en la señal recibida basándose en la estimación de canal.

**[0052]** Además, el procesador de recepción 282 puede estimar ruido de fase usando los intervalos de protección (IG) en la carga útil, y reducir el ruido de fase en la señal recibida basándose en el ruido de fase estimado. El procesador de recepción 282 también puede recuperar información (por ejemplo, el esquema MCS) de la cabecera de la trama, y enviar la información al controlador 274. Después de realizar la ecualización de canal y/o reducción de ruido de fase, el procesador de recepción 282 puede recuperar símbolos de datos de la trama, y enviar los símbolos de datos recuperados al procesador de datos de recepción 284 para un procesamiento adicional.

**[0053]** El procesador de datos de recepción 284 recibe los símbolos de datos del procesador de recepción 282 y una indicación del esquema MSC correspondiente del controlador 274. El procesador de datos de recepción 284 desmodula y descodifica los símbolos de datos para recuperar los datos de acuerdo con el esquema MSC indicado, y envía los datos recuperados (por ejemplo, bits de datos) a un colector de datos 286 para su almacenamiento y/o procesamiento adicional.

**[0054]** Como se analizó anteriormente, el punto de acceso 210 u otro dispositivo de usuario puede transmitir datos usando un modo de transmisión OFDM. En este caso, el procesador de recepción 282 puede procesar la señal de recepción de acuerdo con el modo de transmisión OFDM. Además, como se analiza anteriormente, el procesador de transmisión 224 puede soportar la transmisión de múltiples salidas, múltiples entradas (MIMO). En este caso, el dispositivo de usuario 250 puede incluir múltiples antenas y múltiples transceptores (por ejemplo, uno para cada antena). Cada transceptor recibe y procesa (por ejemplo, convierte de forma descendente la frecuencia, amplifica, filtra, convierte de forma ascendente en frecuencia) la señal de la antena respectiva. El procesador de recepción 282 puede realizar un procesamiento espacial en las salidas de los transceptores para recuperar los símbolos de datos.

**[0055]** Como se muestra en la FIG. 2, el punto de acceso 210 también comprende una memoria 236 acoplada al controlador 234. La memoria 236 puede almacenar instrucciones que, cuando se ejecutan por el controlador 234, hacen que el controlador 234 realice una o más de las operaciones descritas en el presente documento. De forma similar, el dispositivo de usuario 250 también comprende una memoria 276 acoplada al controlador 274. La memoria 276 puede almacenar instrucciones que, cuando se ejecutan por el controlador 274, hacen que el controlador 274 realice las una o más de las operaciones descritas en el presente documento.

#### FORMATO DE TRAMA COMÚN A LAS TRAMAS MEJORADAS

**[0056]** La FIG. 3D ilustra un diagrama de una trama o parte de trama 300 a modo de ejemplo de acuerdo con ciertos aspectos de la divulgación. Como se describe en el presente documento, todos los formatos de trama descritos en el presente documento comienzan con los campos heredados (por ejemplo, 802.11ad): L-STF, L-CEF y cabecera L. Estos campos pueden ser descodificables por dispositivos de usuario heredados y nuevos dispositivos de protocolo (por ejemplo, puntos de acceso y dispositivos de usuario). Después de los campos heredados, la transmisión incluye uno o más campos diferentes que pueden ser parte del nuevo protocolo (por ejemplo, el protocolo 802.11ay actualmente en desarrollo, también conocido como "NG60"). Las nuevas opciones de protocolo de la trama o parte de trama 300 comienzan con una cabecera direccional de multigigabit extendida (EDMG) con datos opcionales de carga útil añadida. Es posible que los dispositivos heredados no puedan descodificar la cabecera EDMG, pero los nuevos dispositivos de protocolo pueden descodificar la cabecera EDMG.

**[0057]** De acuerdo con el diagrama, el eje x u horizontal representa el tiempo, y el eje y o vertical representa la frecuencia. Para fines de compatibilidad con el protocolo heredado (por ejemplo, 802.11ad), el L-STF heredado de la trama 300 puede tener una duración de 1,16 microsegundos ( $\mu$ s), la parte de L-CEF heredada puede tener una duración de 0,73  $\mu$ s y la parte de la cabecera L heredada puede tener una duración de 0,58  $\mu$ s. La cabecera EDMG puede tener una duración de 0,29  $\mu$ s o más. En el caso de que la trama 300 sea una trama completa (no una parte de trama), la trama 300 puede transmitirse a través de un canal heredado de una sola frecuencia e incluir datos de carga útil adjuntos a la cabecera EDMG. Tal configuración puede ser útil para mensajes cortos porque no hay necesidad de datos de carga útil separados de acuerdo con el nuevo formato de trama, que puede consumir gastos generales para la transmisión.

**[0058]** La cabecera L heredada especifica varios parámetros y puede ser descodificada por todas las estaciones (dispositivos heredados, nuevos dispositivos de protocolo y puntos de acceso) que estén dentro del alcance. Estas estaciones escuchan cuando esperan recibir un mensaje o antes de la transmisión. La cabecera L heredada especifica el esquema de codificación de modulación (MCS) utilizado en la transmisión de datos y la cantidad de datos que se transmiten. Las estaciones usan estos dos valores para calcular la duración total de cualquiera de las nuevas tramas descritas en el presente documento (por ejemplo, incluyendo L-STF, L-CES, cabecera L, cabecera EDMG, EDMG STF-A (si está incluido), EDMG STF -B (si está incluido), EDMG CEF (si está incluido) y datos de

carga útil (si está incluido), pero excluyendo el campo TRN) para actualizar el vector de asignación de red (NAV). Este es un mecanismo que permite a las estaciones saber que el medio será utilizado por otro dispositivo (por ejemplo, un punto de acceso o dispositivo de usuario), incluso si no pueden descodificar los datos en sí, o incluso si no son el receptor previsto del mensaje. El uso de NAV es uno de los mecanismos para evitar colisiones de señales transmitidas.

[0059] En el formato de trama heredado 802.11ad, los datos se colocan en bloques de comprobación de paridad de baja densidad (LDPC), donde el tamaño está de acuerdo con la velocidad del código, a continuación se codifican en bloques de longitud fija (por ejemplo, 672 bits). El resultado se concatena y a continuación se divide en bloques de transformada rápida de Fourier (FFT) (bloques de símbolos de modulación) de acuerdo con el MCS seleccionado (principalmente modulación). En un receptor, el proceso se invierte. Cabe señalar que en los MCS de datos bajos, un bloque LDPC requerirá uno o más bloques FFT, mientras que en los MCS de datos altos, un bloque FFT puede alojar más de un bloque LDPC. Este análisis es relevante para la colocación de datos LDPC adjuntos a la cabecera EDMG, como se describe con más detalle en el presente documento.

[0060] La FIG. 3B ilustra un ejemplo de cabecera EDMG 350 de la trama o parte de trama 300 de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación. La cabecera EDMG especifica los parámetros de la trama de transmisión (MCS, longitud de datos, modos, etc.) que utiliza un receptor para poder recibir y descodificar la trama de transmisión. No hay necesidad de otras estaciones (no la estación de destino) para desmodular la cabecera EDMG. Por lo tanto, la cabecera EDMG y los datos adjuntos se pueden transmitir a un MCS alto que sea adecuado para la estación de destino.

[0061] La cabecera EDMG 350 comprende: (1) un campo de **longitud de datos de carga útil** que puede incluir 24 bits para especificar la longitud de los datos de carga útil en octetos en todos los canales concurrentes, independientemente de si los datos de carga útil se agregan a la cabecera EDMG o en la parte de datos de carga útil separada; (2) un campo de **Número de bloques LDPC de cabecera EDMG** que puede incluir 10 bits para especificar el número de bloques de datos LDPC adjuntos a la cabecera EDMG. Cuando este valor es cero (0), significa que hay un (1) bloque de datos LDPC en la cabecera EDMG; (3) un campo de **secuencias** espaciales que puede incluir 4 bits para representar el número (por ejemplo, 1 a 16) de secuencias espaciales que se transmiten; (4) un campo de canales que puede incluir 3 bits para especificar el número de canales enlazados (por ejemplo, uno (1) a (8) canales de frecuencia 802.11ad (así como canales adicionales no disponibles en 802.11ad)); y (5) un campo de **desplazamiento de canal** que puede incluir 3 bits para especificar el desplazamiento del primer canal de los canales enlazados. En otras palabras, el **desplazamiento de canal** identifica el canal de frecuencia más baja entre los canales enlazados. Este valor se establece en cero (0) cuando el primer canal es el canal de frecuencia más baja entre todos los canales disponibles, o cuando solo se usa un canal (es decir, sin enlace de canal).

[0062] La cabecera EDMG 350 comprende además: (6) un campo **MCS** 11ay que puede incluir 6 bits para especificar el MCS utilizado en la parte de datos de carga útil de una trama. Tenga en cuenta que los datos adjuntos a la cabecera EDMG utilizan solo el MCS 802.11ad heredado (y no el MCS superior que solo está disponible de acuerdo con el nuevo protocolo). El nuevo protocolo MCS puede incluir esquemas de modulación de mayor rendimiento más allá de los disponibles en 802.11ad, como 64QAM, 64APSK, 256QAM y 256 APSK; (7) un campo de **modo GI (intervalo de protección)** que puede incluir 1 bit para indicar GI corto o largo. (8) un campo de **modo FFT** que puede incluir 1 bit para indicar bloque FFT corto o largo. (9) un campo de **modo LDPC** que puede incluir 1 bit para señalar un bloque LDPC corto o largo. Y (10) un campo **CEF largo** que puede incluir 1 bit que, cuando se establece, indica el uso de una secuencia de estimación de canal largo para MIMO; en el caso de que el número de flujos espaciales sea uno, este bit está reservado.

[0063] La cabecera EDMG 350 comprende además: (11) **Bits reservados** que pueden incluir 26 bits que están reservados en este momento. Los transmisores deberían ponerlos a 0 en este momento. En el futuro, estos bits pueden asignarse a diversas necesidades; (12) **Bits de propiedad** que pueden incluir 8 bits de repuesto que puede utilizar el proveedor y no requieren interoperabilidad. Los receptores deben descartar estos bits a menos que sepan lo que son; y (13) un campo **CRC** que puede incluir 16 bits para firmar la cabecera EDMG. Este campo debe ser utilizado por un receptor para validar la exactitud de la cabecera EDMG recibida. Todos los bits (excepto el CRC) se utilizarán para calcular el CRC.

[0064] La cabecera EDMG 350 puede enviarse en cada canal transmitido simultáneamente que tiene exactamente el mismo contenido. Esta duplicación puede ser utilizada por un receptor para aumentar la probabilidad de detección correcta. Un receptor puede usar diferentes algoritmos: Opción 1: el receptor descodifica solo un canal (rendimiento simple pero más bajo); Opción 2: el receptor descodifica solo un canal a la vez. Si CRC pasa, cese el procesamiento de CRC para canales adicionales, si no, intente el procesamiento de CRC para canales adicionales. La opción 2 es mejor en rendimiento que la opción 1, pero requiere procesamiento en serie; y Opción 3: el receptor descodifica todos los canales y selecciona uno que tenga el CRC corregido. La opción 3 tiene el mismo rendimiento que la opción 2, pero es más rápida.

FORMATO DE TRAMA PARA OFDM DE CANAL SIMPLE

**[0065]** La FIG. 4 ilustra una trama OFDM de un solo canal a modo de ejemplo 400 de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación. La trama OFDM 400 debe mantener el preámbulo de 802.11ad heredado (L-STF y L-CEF) y la cabecera L como prefijo para cumplir con los requisitos anteriores. Por lo tanto, la parte heredada de la trama L-STF, L-CEF y cabecera L son descodificables mediante dispositivos que funcionan de acuerdo con el protocolo heredado 802.11ad, así como dispositivos que funcionan de acuerdo con un nuevo protocolo, que podría ser el protocolo 802.11ay actualmente en desarrollo. La cabecera EDMG, EDMG STF-A, EDMG STF-B, EDMG CEF y la carga útil de datos son descodificables por dispositivos que funcionan de acuerdo con el nuevo protocolo, pero no dispositivos que funcionan de acuerdo con el protocolo heredado 802.11ad.

**[0066]** En el caso de la trama 400 OFDM de un solo canal, el EDMG STF-A está configurado para ayudar a un transmisor y/o receptor de la trama en el control automático de ganancia (AGC) de sus componentes frontales (por ejemplo, amplificador de potencia (PA) y amplificador de bajo ruido LNA, respectivamente). Dado que el EDMG STF-A se transmite a través del mismo canal de frecuencia que el L-STF heredado, el EDMG STF-A puede ser opcional ya que el transmisor y/o el receptor pueden realizar AGC usando el L-STF heredado. El EDMG STF-B está configurado para ayudar a un receptor a configurar y mantener la ventana de tiempo adecuada para introducir muestras de la señal recibida en una FFT para su procesamiento. De manera similar, dado que el EDMG STF-B se transmite a través del mismo canal de frecuencia que el L-STF heredado, el EDMG STF-B puede ser opcional ya que el receptor puede realizar la operación de temporización mencionada anteriormente usando el L-STF heredado. El EDMG CEF está configurado para ayudar a un receptor a estimar la respuesta al impulso de un canal a través del cual se recibe la trama 400, y realizar la ecualización de la señal recibida basándose en la estimación del canal. De manera similar, dado que el EDMG CEF se transmite a través del mismo canal de frecuencia que el L-CEF heredado, el EDMG CEF puede ser opcional ya que el receptor puede realizar la estimación de canal mencionada anteriormente usando el L-CEF heredado.

**[0067]** Un solo canal puede mantener el conjunto 802.11ad de 336 subportadoras de datos. El espaciado de canales se puede establecer en 420 subportadoras. De forma alternativa, el espaciado de canales puede establecerse en 418 subportadoras.

EDMG STF-A

**[0068]** Como se analizó anteriormente, el EDMG STF-A está configurado para ser utilizado por un transmisor para realizar el control automático de ganancia (AGC) del extremo frontal del transmisor (por ejemplo, el amplificador de potencia (PA)) y utilizado por un receptor para realizar AGC en el extremo frontal del receptor (por ejemplo, el amplificador de bajo ruido (LNA)). De acuerdo con un aspecto de la divulgación, el EDMG STF-A está configurado como datos de secuencia binaria pseudoaleatoria (PRBS) de dominio de frecuencia transmitidos a través de subportadoras de una transmisión OFDM de la trama correspondiente.

**[0069]** El propósito de configurar el EDMG STF-A para incluir los datos PRBS del dominio de frecuencia es que la transmisión OFDM correspondiente (por ejemplo, después de tomar la transformada rápida de Fourier inversa (IFFT) de los datos PRBS del dominio de frecuencia) tiene un pico a relación de potencia media (PAPR) que es más representativa de la PAPR de la transmisión OFDM de la carga útil de datos. Por lo tanto, el uso de los datos PRBS de dominio de frecuencia para realizar AGC en el transmisor facilita la configuración del amplificador de potencia (PA) para funcionar en una región de linealidad deseable cuando se transmiten los datos de carga útil. Esto mejora la eficiencia energética en el transmisor y la calidad de la señal de los datos de carga útil en el receptor. De manera similar, el uso de los datos PRBS del dominio de frecuencia para realizar AGC en el receptor facilita la configuración del amplificador de bajo ruido (LNA) para funcionar en una región de linealidad deseable para minimizar la distorsión de la señal recibida por el LNA.

**[0070]** Los pilotos, como las secuencias de Golay, están configurados particularmente para tener baja PAPR; y por lo tanto, no son un buen representante de la PAPR de los datos de carga útil. En consecuencia, realizar AGC basado en pilotos puede dar como resultado que el amplificador de potencia del transmisor y el LNA del receptor se configuren con una ganancia demasiado alta. Como resultado, cuando el amplificador de potencia y/o el LNA están amplificando datos, es muy probable que funcionen en una región no lineal no deseada, lo cual puede dar como resultado una señal distorsionada transmitida y recibida.

**[0071]** Los datos PRBS de dominio de frecuencia del EDMG STF-A pueden transmitirse en paralelo a través de subportadoras distintas de cero para uno o más intervalos de símbolos OFDM de una transmisión OFDM. Los datos PRBS de dominio de frecuencia del EDMG STF-A pueden precodificarse espacialmente usando la matriz Q espacial para transmisiones MIMO, y precodificarse mediante la matriz  $\gamma$  de rotación para PAPR reducido. Además, el prefijo cíclico (CP) se puede aplicar a los símbolos de dominio de tiempo (IFFT) correspondientes y la ventana para suavizar las transiciones entre símbolos. Los datos de PRBS en el dominio de frecuencia pueden modularse utilizando 16 modulaciones de amplitud en cuadratura (QAM) u otro tipo de modulación. Los datos PRBS del dominio de frecuencia son conocidos *a priori* por el receptor.

**[0072]** Para la transmisión MIMO, los datos PRBS de dominio de frecuencia pertenecientes a una primera subtrama de cadena de transmisión pueden configurarse para tener baja correlación cruzada con otros datos PRBS

de dominio de frecuencia transmitidos de manera alineada en el tiempo en una segunda subtrama de cadena de transmisión para prevenir o reducir la probabilidad de formación de haces involuntaria durante la transmisión y recepción de la trama correspondiente. Esto elimina la necesidad de desplazamiento de tiempo (es decir, retardo cíclico o desplazamiento) de las transmisiones de los datos PRBS del dominio de frecuencia en ambas subtramas de la cadena de transmisión entre sí. El retardo o cambio cíclico no es deseable porque puede no ser lo suficientemente largo como para tener en cuenta la propagación de retardo asociada con el canal, lo cual puede llevar a un error al descodificar las señales de múltiples rutas en un receptor.

**[0073]** Los datos PRBS del dominio de frecuencia pueden generarse basándose en un polinomio primitivo particular. Por ejemplo, el polinomio primitivo particular utilizado puede basarse en el número de canales enlazados y el número de subtramas de la cadena de transmisión. Por ejemplo, lo siguiente proporciona ejemplos de polinomios primitivos particulares que pueden usarse para un solo canal (CB=1) y varias configuraciones de enlace de canal (CB=2 (dos canales enlazados), CB=3 (tres canales enlazados) y CB=4 (cuatro canales enlazados)):

$$\text{CB=1: } x^9 + x^4 + x^0$$

$$\text{CB=2: } x^{10} + x^3 + x^0$$

$$\text{CB=3: } x^{11} + x^2 + x^0$$

$$\text{CB=4: } x^{11} + x^2 + x^0$$

Debe entenderse que estos polinomios primitivos particulares son meramente ejemplos, y otros pueden usarse para las diversas configuraciones de enlace de canal.

**[0074]** La FIG. 11 ilustra una tabla de valores originales a modo de ejemplo para polinomios primitivos usados para generar los datos PRBS de dominio de frecuencia para varias subtramas de cadena de transmisión y configuraciones de enlace de canal de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación. La columna más a la izquierda representa el índice de la cadena de transmisión de cero (0) a 11, donde el índice cero (0) representa una subtrama de la cadena de transmisión única y el índice 11 representa 12 subtramas de la cadena de transmisión. A la derecha de la columna de índice de la cadena de transmisión hay cuatro columnas que representan las configuraciones de enlace de canal CB=1, CB=2, CB=3 y CB=4.

**[0075]** Cada entrada en la tabla correspondiente a un índice de cadena de transmisión particular y una configuración de enlace de canal particular representa un valor original particular para un polinomio primitivo particular. Por ejemplo, para el índice de cadena de transmisión 0 y el enlace de canal CB=1, el valor original es 3 para el polinomio primitivo  $x^9 + x^4 + x^0$ . Según otro ejemplo, para el índice de cadena de transmisión 4 y el enlace de canal CB=2, el valor original es 51 para el polinomio primitivo  $x^{10} + x^3 + x^0$ . Según otro ejemplo, para el índice de cadena de transmisión 8 y el enlace de canal CB=3, el valor original es 230 para polinomio primitivo  $x^{11} + x^2 + x^0$ . Y, por otro ejemplo más, para el índice de cadena de transmisión 11 y el enlace de canal CB=4, el valor original es 657 para el polinomio primitivo  $x^{11} + x^2 + x^0$ . Tenga en cuenta que el polinomio primitivo particular para la configuración de enlace de canal CB=3 es el mismo para la configuración de enlace de canal CB=4. En consecuencia, los valores originales en cada fila para las configuraciones CB=3 y CB=4 deben ser diferentes. Debe entenderse que los valores originales particulares en la tabla de la FIG. 11 son meramente ejemplos.

#### EDMG STF-B

**[0076]** El EDMG STF-B está configurado para ayudar a un receptor en el control de tiempo para la selección de una ventana de muestras de una señal recibida para introducir en una Transformada Rápida de Fourier (FFT) para procesar en paralelo para generar muestras de dominio de frecuencia correspondientes señal. El EDMG STF-B está configurado como una secuencia en el dominio del tiempo que tiene una longitud de sustancialmente un intervalo de símbolo OFDM por transmisión de un solo canal. Como ejemplo, la secuencia del dominio del tiempo puede configurarse como una secuencia de Golay. La secuencia del dominio del tiempo es conocida *a priori* por el receptor. La secuencia en el dominio del tiempo permite al receptor determinar el inicio de la secuencia y el final de la secuencia. Dado que la longitud de la secuencia del dominio del tiempo está configurada para ser un intervalo de símbolo OFDM, el receptor puede establecer con precisión las siguientes ventanas de tiempo FFT para cada intervalo de símbolo OFDM que sigue al intervalo de secuencia del dominio del tiempo.

**[0077]** Para aplicaciones MIMO, un par de secuencias ortogonales en el dominio del tiempo se transmite de manera alineada en el tiempo en cada par de subtramas de la cadena de transmisión, respectivamente. Esto permite que un receptor separe las secuencias en el dominio del tiempo para establecer las ventanas de muestra de entrada FFT correspondientes para el par de subtramas de datos OFDM recibidas de modo que el par de subtramas de datos estén sujetas a procesamiento FFT en paralelo. Dado que cada una de las secuencias de dominio de tiempo ortogonales están sujetas a una respuesta de entrada de canal (CIR) diferente, el receptor tiene en cuenta el CIR de cada subtrama de la cadena de transmisión al establecer la ventana de muestra FFT correspondiente.

**[0078]** Como se analizará con más detalle en el presente documento, en el caso de una trama que incluye tres (3) subtramas de la cadena de transmisión, un par de secuencias ortogonales en el dominio del tiempo para dos de las subtramas de la cadena de transmisión se envían en un intervalo de símbolo OFDM, y se envía una única secuencia de dominio de tiempo en otro intervalo de símbolo OFDM. En el caso de cuatro (4) subtramas de cadena de transmisión, un par de secuencias de dominio de tiempo ortogonales para dos de las subtramas de cadena de transmisión se envían en un intervalo de símbolo OFDM, y otro par de secuencias de dominio de tiempo ortogonal se envía en otro intervalo de símbolo OFDM.

**[0079]** La longitud de la secuencia en el dominio del tiempo puede ser proporcional al número de canales enlazados en cada subtrama. Como ejemplo, para un enlace de canal de un (1) (por ejemplo, un solo canal), la base de secuencia de dominio de tiempo  $S_g$  puede configurarse en los siguientes bloques concatenados de secuencias de Golay y un bloque parcial (recortado) de secuencia de Golay:

$$S_g = \{Ga_{128}, Gb_{128}, Ga_{128}, Gb_{128}(1:43)\}$$

donde  $Gb_{128}(1:43)$  es los primeros 43 elementos complejos del bloque de secuencia  $Gb_{128}$ .

**[0080]** Para un enlace de dos canales ( $CB=2$ ), la secuencia de dominio de tiempo  $S_g$  puede configurarse en los siguientes bloques concatenados de secuencias de Golay y un bloque parcial (recortado) de la secuencia de Golay:

$$S_g = \{Ga_{256}, Gb_{256}, Ga_{256}, Gb_{256}(1:86)\}$$

donde  $Gb_{256}(1:86)$  son los primeros 86 elementos complejos del bloque de secuencia  $Gb_{256}$ .

**[0081]** Para un enlace de tres canales ( $CB=3$ ), la secuencia de dominio de tiempo  $S_g$  se puede configurar en los siguientes bloques concatenados de secuencias de Golay:

$$S_g = \{Ga_{256}, Gb_{256}, Ga_{256}, Gb_{256}, Ga_{256}\}$$

**[0082]** Para un enlace de canal de cuatro ( $CB=4$ ), la secuencia de dominio de tiempo  $S_g$  puede configurarse en los siguientes bloques concatenados de secuencias de Golay y un bloque parcial (recortado) de secuencia de Golay:

$$S_g = \{Ga_{512}, Gb_{512}, Ga_{512}, Gb_{512}(1:171)\}$$

donde  $Gb_{512}(1:171)$  es los primeros 171 elementos complejos del bloque de secuencia  $Gb_{512}$ .

**[0083]** A continuación se proporciona un ejemplo de un par de secuencias de Golay ortogonales que se pueden usar para el campo EDMG STF-B:

$$Sg1(n) = Sg(n) \cdot \exp\left(j \cdot \frac{\pi}{2} \cdot n\right)$$

$$Sg2(n) = j \cdot \text{conj}(Sg(n))$$

donde  $n$  es el índice del elemento de la secuencia,  $\exp\left(j \cdot \frac{\pi}{2} \cdot n\right)$  es un rotador de elemento conjugado, y  $j \cdot \text{conj}$  es la operación compleja de conjugado. Como se analiza con más detalle en el presente documento, las secuencias ortogonales  $Sg1(n)$  y  $Sg2(n)$  se transmiten de manera alineada en el tiempo durante una duración completa de un intervalo de símbolo OFDM en un par de subtramas de la cadena de transmisión, respectivamente. Para una subtrama de cadena de transmisión única (o para la subtrama de cadena de transmisión no emparejada de una trama que consta de un número impar de tramas de cadena de transmisión),  $Sg1(n)$  o  $Sg2(n)$  pueden transmitirse durante una duración completa de un intervalo de símbolo OFDM.

**[0084]** Para que cada una de las secuencias  $Sg1(n)$  y  $Sg2(n)$  ocupen una duración completa de un intervalo de símbolo OFDM, la secuencia puede muestrearse de forma ascendente mediante, por ejemplo, un proceso de muestreo ascendente de coseno elevado de raíz cuadrada (SRRC). Por ejemplo, para el enlace de canal de uno ( $CB=1$ ) a una frecuencia de 2,64 GHz, la secuencia puede muestrearse hasta 640 muestras por SRRC. Por ejemplo, para la enlace de dos canales ( $CB=2$ ) a una frecuencia de 5,28 GHz, la secuencia puede muestrearse hasta 1280 muestras por SRRC. Por ejemplo, para la enlace de tres canales ( $CB=3$ ) a una frecuencia de 7,92 GHz, la secuencia puede muestrearse hasta 1920 muestras por SRRC. Y, por ejemplo, para la enlace de canal de uno ( $CB=4$ ) a una frecuencia de 10,56 GHz, la secuencia puede muestrearse hasta 2560 muestras por SRRC. La potencia de transmisión de cada secuencia puede configurarse para estar en un nivel de potencia particular, tal como el nominal (promedio) de la potencia transmitida de la trama o subtrama.

EDMG CEF

**[0085]** El EDMG CEF está configurado para ayudar a un receptor a realizar la estimación del canal y la ecualización correspondiente para cada subtrama de la cadena de transmisión. El EDMG CEF puede configurarse como un conjunto de pilotos de dominio de frecuencia (símbolos conocidos *a priori* por el receptor) transmitidos a través de subportadoras distintas de cero de una transmisión OFDM, respectivamente. Cada símbolo piloto puede

ser un +1 o  $-1 \left(\frac{\pi}{2}\text{-BPSK}\right)$  símbolo. El conjunto de pilotos de dominio de frecuencia puede configurarse para producir una transmisión OFDM (después de realizar una IFFT) con un PAPR en o por debajo de un umbral particular para un solo canal (por ejemplo, como 4 dB o menos). Esto facilita la transmisión de los pilotos del dominio de la frecuencia en una región más lineal de un amplificador de potencia del transmisor (PA) para minimizar la distorsión de los pilotos del dominio de la frecuencia debido a la compresión o la no linealidad del PA. Los pilotos de dominio de frecuencia pueden procesarse usando una matriz de rotación y para PAPR reducido, procesados para incluir prefijos cíclicos (120 muestras por enlace de canal (= 128\*CB)) para cada símbolo después de IFFT, y ventanas después de la adición del prefijo cíclico para suavizar la transmisión entre símbolos de dominio de tiempo adyacentes.

**[0086]** Para las aplicaciones MIMO (más de una subtrama de la cadena de transmisión), los EDMG CEF para las dos o más subtramas de la cadena de transmisión se transmiten de manera alineada en el tiempo (es decir, sin retardo cíclico o cambio entre la transmisión de las EDMG CEF). Los conjuntos de pilotos de dominio de frecuencia del EDMG CEF pueden someterse a un procesamiento de matriz Q espacial con una dimensión de  $N_{TX}$  (número de subtramas de la cadena de transmisión) mediante  $N_{STS, total}$  (número total de flujos espaciales) y mediante  $N_{ST}$  (número de subportadoras distintas de cero). Además, cada conjunto de pilotos de dominio de frecuencia del EDMG CEF puede someterse a un procesamiento mediante diversidad de símbolos utilizando la matriz P para permitir que un receptor distinga los EDMG CEF de las subtramas de la cadena de transmisión. Los ejemplos de matrices P para una subtrama de cadena de transmisión de dos, tres y cuatro son los siguientes:

$$P_{2x2} = \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$P_{3x3} = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 \\ 1 & -w_3^1 & -w_3^2 \\ 1 & -w_3^2 & w_3^4 \end{bmatrix} \quad \text{donde } w_3 = \exp\left(-\frac{j2\pi}{3}\right)$$

$$P_{4x4} = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & -1 \\ -1 & -1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Las columnas de la matriz P representan la dimensión del subtrama de la cadena de transmisión y las filas de la matriz p representan la dimensión del intervalo del símbolo OFDM. La matriz P funciona en todos los pilotos de dominio de frecuencia en paralelo por subportadora.

**[0087]** El número de símbolos piloto de dominio de frecuencia transmitidos por subportadora transmitida puede depender del número total de flujos espaciales  $N_{STSMAX}$ . Por ejemplo, el número de símbolos piloto transmitidos puede ser 1, 2, 3, 4, 6, 8 y 12. En particular, el número de símbolos piloto puede ser igual o mayor (por el siguiente número disponible de símbolos) que el número total de flujos espaciales  $N_{STSMAX}$ . Por ejemplo, el número de símbolos piloto es cuatro (4) para  $N_{STSMAX}=4$ . El número de símbolos piloto es seis (6) para  $N_{STSMAX} = 5$ . Para la enlace de canal, el canal enlazado debe verse como un solo canal con uno o más pilotos de dominio de frecuencia insertados en el espacio entre dos canales que están enlazados.

**[0088]** Los pilotos de dominio de frecuencia se basan en una secuencia determinada empíricamente para PAPR baja para un enlace de canal de uno (CB=1). Las secuencias de dominio de frecuencia para otros casos de enlace de canal pueden ser por duplicación y pilotos adicionales determinados empíricamente para llenar todos los espacios de frecuencia entre los canales. La duplicación para la enlace de canal de más de uno (CB> 1) incluye el procesamiento de los pilotos de dominio de frecuencia a través de la matriz de rotación y para reducir PAPR. A continuación se proporcionan ejemplos para los diversos casos de enlace:

**[0089]** Para un solo canal (CB=1), los pilotos de dominio de frecuencia se pueden configurar de la siguiente manera:

$$\{\text{Izquierda, } 0, 0, 0, \text{ Derecha}\}$$

donde Izquierda es la secuencia lateral de frecuencia más baja de 177 pilotos, el 0,0,0 son las subportadoras nulas, y la Derecha es la secuencia lateral de frecuencia más alta de 177 pilotos; en el que la secuencia Izquierda puede configurarse de manera diferente a la secuencia Derecha para que la PAPR resultante se minimice o se establezca en un valor bajo deseado.

**[0090]** Para un enlace de canal de dos (CB=2), los pilotos de dominio de frecuencia pueden configurarse de la siguiente manera:

$$\{\text{Izquierda} \cdot \gamma_{1,2}, 3\text{P}, \text{Derecha} \cdot \gamma_{1,2}, 30\text{P}, 0, 0, 0, 30\text{P}, \text{Izquierda} \cdot \gamma_{2,2}, 3\text{P}, \text{Derecha} \cdot \gamma_{2,2}\}$$

donde Izquierda  $\gamma_{1,2}$  es la misma secuencia Izquierda de 177 pilotos en el caso CB=1 rotada por una matriz  $\gamma_{1,2}$ , 3P es 3 pilotos, Derecha  $\gamma_{1,2}$  es la misma secuencia Derecha de 177 pilotos como en el caso CB=1 rotada por la matriz  $\gamma_{1,2}$ , 30P es un conjunto de 30 pilotos, 0, 0, 0 son las subportadoras nulas, 30P es otro conjunto de 30 pilotos, izquierda.  $\gamma_{2,2}$  es la misma secuencia izquierda de 177 pilotos en el caso CB=1 rotada por una matriz  $\gamma_{2,2}$ , 3P es 3 pilotos, y Derecha  $\gamma_{2,2}$  es la misma secuencia derecha de 177 pilotos que en el CB=1 caso rotada por una matriz  $\gamma_{2,2}$ .

**[0091]** Tenga en cuenta que los 30 pilotos izquierdos, las subportadoras nulas 0.0.0 y los 30 pilotos derechos están situados en la parte del canal enlazado que coincide con la frecuencia de separación. Además, ambos conjuntos de 30 pilotos no es necesario que sean iguales, así como tampoco ambos conjuntos de 3 pilotos no es necesario que sean iguales. Estos pilotos están optimizados para configurar el PAPR como se desee.

**[0092]** Para un enlace de canal de tres (CB=3), los pilotos de dominio de frecuencia pueden configurarse de la siguiente manera:

$$\{\text{Izquierda} \gamma_{1,3}, 3\text{P}, \text{Derecha} \gamma_{1,3}, 63\text{P}, \text{Izquierda} \gamma_{2,3}, 0, 0, 0, \text{Derecha} \gamma_{2,3}, 63\text{P}, \text{Izquierda} \gamma_{3,3}, 3\text{P}, \text{Derecha} \gamma_{3,3}\}$$

donde Izquierda  $\gamma_{1,3}$  es la misma secuencia Izquierda de 177 pilotos en el caso CB=1 rotada por una matriz  $\gamma_{1,3}$ , 3P es 3 pilotos, Derecha  $\gamma_{1,3}$  es la misma secuencia Derecha de 177 pilotos como en el caso CB=1 rotada por una matriz  $\gamma_{1,3}$ , 63P es un conjunto de 63 pilotos, Izquierda  $\gamma_{2,3}$  es la misma secuencia Izquierda de 177 pilotos en el caso CB=1 rotada por una matriz  $\gamma_{2,3}$ , 0, 0, 0 son las subportadoras nulas, Derecha  $\gamma_{2,3}$  es la misma secuencia derecha de 177 pilotos en el caso CB=1 rotada por una matriz  $\gamma_{2,3}$ , 63P es otro conjunto de 63 pilotos, izquierda  $\gamma_{3,3}$  es la misma secuencia izquierda de 177 pilotos que en el caso CB=1 rotada por una matriz  $\gamma_{3,3}$ , 3P es otros 3 pilotos, y Derecha  $\gamma_{3,3}$  es la misma secuencia Derecha de 177 pilotos en el CB=1 caso rotada por una matriz  $\gamma_{3,3}$ .

**[0093]** Tenga en cuenta que los 63 pilotos en el lado de frecuencia inferior y los 63 pilotos en el lado de frecuencia superior coinciden con la banda de frecuencia de los espacios. Además, ambos conjuntos de 63 pilotos no es necesario que sean iguales, así como tampoco ambos conjuntos de 3 pilotos no es necesario que sean iguales. Estos pilotos están optimizados para configurar el PAPR como se desee.

**[0094]** Para un enlace de canal de cuatro (CB=4), los pilotos de dominio de frecuencia se pueden configurar de la siguiente manera:

$$\{\text{Izquierda} \gamma_{1,4}, 3\text{P}, \text{Derecha} \cdot \gamma_{1,4}, 63\text{P}, \text{Izquierda} \gamma_{2,4}, 3\text{P}, \text{Derecha} \gamma_{2,4}, 30\text{P}, 0, 0, 0, 30\text{P}, \text{Izquierda} \gamma_{3,4}, 3\text{P}, \text{derecha} \gamma_{3,4}, 63\text{P}, \text{izquierda} \gamma_{4,4}, 3\text{P}, \text{derecha} \gamma_{4,4}\}$$

donde Izquierda  $\gamma_{1,4}$  es la misma secuencia Izquierda de 177 pilotos en el caso CB=1 rotada por una matriz  $\gamma_{1,4}$ , 3P es 3 pilotos, Derecha  $\gamma_{1,4}$  es la misma secuencia Derecha de 177 pilotos como en el caso CB=1 rotada por la matriz  $\gamma_{1,4}$ , 63P es un conjunto de 63 pilotos, Izquierda  $\gamma_{2,4}$  es la misma secuencia Izquierda de 177 pilotos en el caso CB=1 rotada por un a matriz  $\gamma_{2,4}$ , 3P es otro 3 piloto, Derecha  $\gamma_{2,4}$  es la misma secuencia derecha de 177 pilotos que en el caso CB=1 rotada por la matriz  $\gamma_{2,4}$ , 30P es un conjunto de 30 pilotos, 0, 0, 0 son las subportadoras nulas, 30P es otro conjunto de 30 pilotos, izquierda.  $\gamma_{3,4}$  es la misma secuencia izquierda de 177 pilotos en el caso CB=1 rotada por una matriz  $\gamma_{3,4}$ , 3P es 3 pilotos, derecha  $\gamma_{3,4}$  es la misma secuencia derecha de 177 pilotos en el CB=1 caso rotada por una matriz  $\gamma_{3,4}$ , 63P es otro conjunto de 63 pilotos, Izquierda.  $\gamma_{4,4}$  es la misma secuencia izquierda de 177 pilotos en el caso CB=1 rotada por una matriz  $\gamma_{4,4}$ , 3P es otros 3 pilotos, y Derecha  $\gamma_{4,4}$  es la misma secuencia derecha de 177 pilotos en el CB=1 caso rotada por una matriz  $\gamma_{4,4}$ .

**[0095]** Tenga en cuenta que el primer 63P en el lado de la frecuencia inferior coincide con el intervalo de frecuencia inferior, el 30P, 000, 30P coincide con el intervalo de frecuencia media, y el segundo 63P en el lado de la frecuencia superior coincide con la banda de frecuencia superior de los intervalos. Además, ambos conjuntos de 63 pilotos no es necesario que sean iguales, ambos conjuntos de 30 pilotos no es necesario que sean iguales, y los cuatro conjuntos de 3 pilotos no es necesario que sean iguales. Estos pilotos están optimizados para configurar el PAPR como se desee.

**[0096]** Los ejemplos anteriores se aplican al caso en el que el espaciado de canales se establezca en 420 subportadoras por canal. Para el espaciado de canales de 418 subportadoras, reemplace 30P y 63P en los ejemplos anteriores con 29P y 61P, respectivamente.

**[0097]** Como se analizó anteriormente, para un solo canal (CB=1), los pilotos de dominio de frecuencia pueden configurarse para producir una transmisión OFDM con un PAPR deseado de 4 dB o inferior. Para un enlace de dos canales (CB=2), los pilotos de dominio de frecuencia pueden configurarse para producir una transmisión OFDM con un PAPR deseado de 5,5 dB o inferior. Para un enlace de tres canales (CB=3), los pilotos de dominio de frecuencia pueden configurarse para producir una transmisión OFDM con un PAPR deseado de 7,0 dB o inferior. Y, para un enlace de canal de cuatro (CB=4), los pilotos de dominio de frecuencia pueden configurarse para producir una transmisión OFDM con un PAPR deseado de 8,5 dB o inferior.

## 10 EL CAMPO DE PAD

**[0098]** Como se analiza más adelante en el presente documento con respecto a las tramas a modo de ejemplo, la transmisión del preámbulo heredado (L-STF y L-CEF), la cabecera heredada (cabecera L) y la cabecera EDMG en las subtramas de la cadena de transmisión se compensan (cíclico retardado o desplazado) entre sí por un desplazamiento de tiempo  $\Delta T$ . Por ejemplo, el L-STF, L-CEF, cabecera L y cabecera EDMG para la primera subtrama de cadena de transmisión pueden transmitirse en el tiempo  $t_0$ , el L-STF, L-CEF, cabecera L y cabecera EDMG para la segunda subtrama de cadena de transmisión puede transmitirse en el tiempo  $t_0 + \Delta T$ . El L-STF, L-CEF, cabecera L y cabecera EDMG para la tercera subtrama de cadena de transmisión pueden transmitirse en el tiempo  $t_0 + 2\Delta T$ . La razón para hacer esto es evitar la formación de haces involuntaria durante la transmisión de estas partes de las respectivas subtramas de la cadena de transmisión.

**[0099]** Sin embargo, como se analizó anteriormente, las respectivas EDMG STF-As de las subtramas de la cadena de transmisión se transmiten de manera alineada en el tiempo (es decir, sin desplazamiento cíclico); los respectivos EDMG STF-Bs de las subtramas de la cadena de transmisión se transmiten de manera alineada en el tiempo (es decir, sin desplazamiento cíclico); y los EDMG CEF respectivos de las subtramas de la cadena de transmisión se transmiten de manera alineada en el tiempo (es decir, sin desplazamiento cíclico). Por lo tanto, para lograr la alineación temporal de EDMG STF-As, EDMG STF-Bs y EDMG CEF, se insertan almohadillas entre esta parte y la parte L-STF, L-CEF, cabecera L y cabecera EDMG. La longitud del campo de la almohadilla disminuye para cada subtrama de la cadena de transmisión que se transmite posteriormente. En un ejemplo, el campo de almohadilla se puede configurar de manera similar a un intervalo de protección (GI) de un solo portador y un solo canal especificado en el protocolo 802.11ad heredado. Por ejemplo, el campo de almohadilla puede comprender una secuencia de Golay con una longitud que puede truncarse basándose en la longitud requerida para el campo de almohadilla.

**[0100]** A continuación se describen varias tramas que utilizan los campos EDMG STF-A, EDMG STF-B y EDMG CEF, como se describió anteriormente.

**[0101]** La FIG. 4 ilustra una estructura de un único canal a modo de ejemplo 400 de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación. Como se indicó, el eje x u horizontal representa el tiempo de transmisión (antes a la izquierda, a continuación a la derecha), y el eje y o vertical representa la frecuencia del canal de transmisión. La trama 400 comprende los campos de preámbulo y cabecera heredados (L-STF, L-CEF y cabecera L) que pueden ser descodificables por puntos de acceso y dispositivos de usuario que funcionan de acuerdo con el protocolo heredado (por ejemplo, 802.11ad).

**[0102]** Como se analizó anteriormente, esto se hace para que los dispositivos heredados puedan descodificar esta parte de la nueva trama 400 para calcular un Vector de asignación de red (NAV) para que puedan determinar la longitud de la trama 400 para determinar cuándo el canal de frecuencia puede estar disponible. Los nuevos dispositivos de protocolo (puntos de acceso y dispositivos de usuario) que funcionan de acuerdo con el nuevo protocolo (por ejemplo, el 802.11ay actualmente en desarrollo) también pueden descodificar la parte heredada (L-STF, L-CEF y cabecera L) de la trama 400.

**[0103]** La trama 400 comprende además la nueva parte de protocolo que incluye la cabecera EDMG, al menos uno de los campos EDMG STF-A, EDMG STF-B o EDMG CEF, y la carga útil de datos. Aunque no se muestra, la trama 400 (y las otras tramas 500, 600, 700, 800, 900 y 1000 descritas en el presente documento) pueden incluir un campo de entrenamiento de haz transmitido después de la carga útil de datos para transmitir y/o recibir propósitos de formación de haces. Los dispositivos (puntos de acceso y dispositivos de usuario) que funcionan de acuerdo con el nuevo protocolo pueden descodificar la cabecera EDMG, cualquiera de los campos EDMG STF-A, EDMG STF-B o EDMG CEF y la carga útil de datos. Sin embargo, estos campos no son descodificables por un dispositivo que funciona de acuerdo con el protocolo heredado.

**[0104]** Los diversos campos de la trama (L-STF, L-CEF, cabecera L, cabecera EDMG, al menos uno de los EDMG STF-A, EDMG STF-B o EDMG CEF, y la carga útil de datos) se transmiten a través del mismo canal de frecuencia (por ejemplo, un solo canal de frecuencia 802.11ad) en ese orden de tiempo. Para la trama 400 de un solo canal, el EDMG CEF puede ser opcional ya que un receptor puede usar el L-CEF para realizar la estimación del canal. De manera similar, el EDMG STF-A puede ser opcional ya que el transmisor y/o el receptor pueden usar el L-STF para realizar el control automático de ganancia (AGC). De manera similar, el EDMG STF-B puede ser opcional (sin

embargo, más preferente) ya que el receptor puede usar el L-STF para configurar la ventana de muestra de entrada para realizar el procesamiento FFT.

**[0105]** La FIG. 5 ilustra una estructura enlazada de canal a modo de ejemplo 500 de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación. En este ejemplo, la trama 500 es un ejemplo de una trama enlazada de dos canales. Nuevamente, el eje horizontal  $x$  representa el tiempo de transmisión (antes a la izquierda, a continuación a la derecha), y el eje vertical  $y$  representa la frecuencia del canal de transmisión.

**[0106]** En particular, la trama 500 comprende la parte heredada para la transmisión a través del primer canal de frecuencia (L-STF CH1, L-CEF CH1 y cabecera L CHI), y la parte heredada para la transmisión a través del segundo canal de frecuencia (L-STF CH2, L-CEF CH2 y cabecera L CH2). Como se ilustra, el L-STF CH1 y el L-STF CH2 se transmiten de una manera sustancialmente alineada en el tiempo (ambos tienen sustancialmente la misma hora de inicio, hora de finalización y la misma longitud). De manera similar, L-CEF CH1 y L-CEF CH2 se transmiten de manera sustancialmente alineada en el tiempo. Y, la cabecera L CHI y la cabecera L CH2 se transmiten de una manera sustancialmente alineada en el tiempo. Como se ilustra, hay una brecha de frecuencia entre el primer canal de frecuencia (CHI) y el segundo canal de frecuencia (CH2). Una vez más, estas partes heredadas pueden ser descodificables tanto por dispositivos heredados como por dispositivos de protocolo nuevos.

**[0107]** La trama 500 comprende además una cabecera EDMG CHI para la transmisión a través del primer canal de frecuencia CHI y una cabecera EDMG CH2 para la transmisión a través del segundo canal de frecuencia CH2. La cabecera EDMG CHI y la cabecera EDMG CH2 están configuradas para la transmisión de manera alineada en el tiempo. El al menos uno de los campos EDMG STF-A, EDMGSTF-B, EDMG CEF y la carga útil de datos se transmiten a través de un canal de frecuencia enlazado (CH1+CH2) que incluye al menos una parte del primer canal de frecuencia (CHI) y al menos una parte del segundo canal de frecuencia (CH2). Se observa que el canal enlazado también incluye el intervalo de frecuencia entre el primer canal de frecuencia CHI y el segundo canal de frecuencia CH2. El canal enlazado (CH1+CH2) puede configurarse de manera similar a un solo canal (como el de la trama 400). En consecuencia, la frecuencia de separación en el canal enlazado (CH1+CH2) se puede utilizar para transmitir símbolos de EDMG STF-A, EDMG CEF y carga útil de datos, así como la secuencia de dominio de tiempo de EDMG STF-B. Los dispositivos (puntos de acceso y dispositivos de usuario) que funcionan de acuerdo con el nuevo protocolo pueden descodificar la cabecera EDMG CHI y la cabecera EDMG CH2, cualquiera de los campos EDMG STF-A, EDMG STF-B o EDMG CEF del canal enlazado (CH1+CH2), y la carga útil de datos del canal enlazado (CH1+CH2). Sin embargo, estos campos no son descodificables por un dispositivo que funciona de acuerdo con el protocolo heredado.

**[0108]** La FIG. 6 ilustra una trama MIMO 600 de subtrama de dos cadenas de transmisión a modo de ejemplo de acuerdo con otro aspecto de la presente divulgación. La trama MIMO 600 comprende una primera subtrama de cadena de transmisión que incluye la parte heredada L-STF TX-1, L-CEF TX-1 y cabecera L TX-1. La primera subtrama de cadena de transmisión incluye además la nueva parte de protocolo cabecera EDMG TX-1, PAD TX-1, EDMG STF-A TX-1, EDMG STF-B TX-1, EDMG CEF TX-1 y la carga útil de datos TX-1. De manera similar, la trama MIMO 600 comprende además una segunda subtrama de cadena de transmisión que incluye una parte heredada L-STF TX-2, L-CEF TX-2 y cabecera L TX-2. La segunda subtrama de cadena de transmisión incluye además la nueva parte de protocolo cabecera EDMG TX-2, PAD TX-2, EDMG STF-A TX-2, EDMG STF-B TX-2, EDMG CEF TX-2 y la carga útil de datos TX-2.

**[0109]** Para evitar la formación accidental de haces en el transmisor y/o receptor, la transmisión del L-STF TX-2, L-CEF TX-2, cabecera L TX-2, cabecera EDMG TX-2 y PAD TX-2 de la segunda subtrama de cadena de transmisión se retarde un desplazamiento de tiempo  $\Delta T$  con respecto a la transmisión del L-STF TX-1, L-CEF TX-1, cabecera L TX-1, cabecera EDMG TX-1 y PAD TX-1 de la primera subtrama de cadena de transmisión (es decir, el inicio y el final de los campos correspondientes de las dos cadenas de transmisión se transmiten de manera desplazada en el tiempo).

**[0110]** Las partes respectivas restantes de la primera y segunda subtramas de la cadena de transmisión se transmiten de una manera sustancialmente alineada en el tiempo. Por ejemplo, el EDMG STF-A TX-1 y el EDMG STF-A TX-2 se transmiten de una manera sustancialmente alineada en el tiempo. El EDMG STF-B TX-1 y el EDMG STF-B TX-2 se transmiten de manera sustancialmente alineada en el tiempo. El EDMG CEF TX-1 y el EDMG CEF TX-2 se transmiten de manera sustancialmente alineada en el tiempo. Y, la carga útil de datos TX-1 y la carga útil de datos TX-2 se transmiten de manera alineada en el tiempo.

**[0111]** Como se ilustra, la longitud del PAD TX-1 es más larga que la longitud del PAD TX-2. En consecuencia, los PAD TX-1 y TX-2 proporcionan una interfaz entre la parte de desplazamiento temporal del L-STF, L-CEF, cabecera L y cabecera EDMG y la parte alineada con el tiempo EDMG STF-A, EDMG STF-B, EDMG CEF y carga de datos. Como se analizó anteriormente, el PAD TX-1 puede incluir un intervalo de protección (GI) de una primera longitud, y el PAD TX-2 puede incluir un intervalo de protección (GI) de una segunda longitud, en el que la primera longitud es mayor que la segunda longitud. Además, como se analizó anteriormente, el intervalo de protección del PAD TX-1 puede basarse en una secuencia de Golay con una primera longitud, y el intervalo de protección del PAD TX-2

puede basarse en una secuencia de Golay con una segunda longitud, siendo la primera longitud mayor que la segunda longitud.

5 **[0112]** Los datos PRBS de dominio de frecuencia del EDMG STF-A TX-1 pueden basarse en un primer valor original particular para un polinomio primitivo particular, y los datos PRBS de dominio de frecuencia del EDMG STF-A TX-2 pueden basarse en un segundo valor original particular para el mismo polinomio primitivo particular (véase la FIG. 11). Los datos PRBS de dominio de frecuencia del EDMG STF-A TX-1 tienen baja correlación cruzada con los datos PRBS de dominio de frecuencia del EDMG STF-A TX-2. En consecuencia, el transmisor y el receptor pueden separarse para los datos PRBS en el dominio de la frecuencia tanto del EDMG STF-A TX-1 como del EDMG STF-A TX-2, de modo que se pueda realizar un AGC independiente para la primera y segunda subtramas de transmisión TX -1 y TX-2.

15 **[0113]** La secuencia en el dominio del tiempo del EDMG STF-B TX-1 puede basarse en la secuencia  $Sg_1(n)$  ("Sg1" para abreviar) descrita anteriormente, y el EDMG STF-B TX-2 puede basarse en el  $Sg_2(n)$  ("Sg2" para abreviar) secuencia descrita anteriormente. Ambas secuencias  $Sg_1$  y  $Sg_2$  son ortogonales entre sí. Por consiguiente, un receptor puede separar las secuencias  $Sg_1$  y  $Sg_2$  para establecer de forma independiente las ventanas de muestra de entrada para realizar un procesamiento FFT sustancialmente paralelo de las muestras recibidas de la primera y segunda subtramas de cadena de transmisión TX-1 y TX-2.

20 **[0114]** Los pilotos de dominio de frecuencia del EDMG CEF TX-1 y EDMG CEF TX-2 han sido procesados por la matriz P como se analizó anteriormente para proporcionar diversidad de símbolos entre los pilotos de dominio de frecuencia. En consecuencia, un receptor puede separar los pilotos de dominio de frecuencia del EDMG CEF TX-1 y EDMG CEF TX-2 para realizar una estimación y ecualización de canal independiente para la primera y segunda subtramas de cadena de transmisión recibidas TX-1 y TX-2.

25 **[0115]** La FIG. 7 ilustra una trama MIMO 700 de tres subtramas de cadena de transmisión de acuerdo con otro aspecto de la presente divulgación. La trama MIMO 700 comprende una primera subtrama de cadena de transmisión que incluye la parte heredada L-STF TX-1, L-CEF TX-1 y cabecera L TX-1. La primera subtrama de cadena de transmisión incluye además la nueva parte de protocolo cabecera EDMG TX-1, PAD TX-1, EDMG STF-A TX-1, EDMG STF-B TX-1, EDMG CEF TX-1 y la carga útil de datos TX-1. De manera similar, la trama MIMO 700 comprende además una segunda subtrama de cadena de transmisión que incluye una parte heredada L-STF TX-2, L-CEF TX2 y cabecera L TX-2. La segunda subtrama de cadena de transmisión incluye además la nueva parte de protocolo cabecera EDMG TX-2, PAD TX-2, EDMG STF-A TX-2, EDMG STF-B TX-2, EDMG CEF TX-2 y la carga útil de datos TX-2. Además, la trama MIMO 700 comprende además una tercera subtrama de cadena de transmisión que incluye una parte heredada L-STF TX-3, L-CEF TX-3 y cabecera L TX-3. La tercera subtrama de cadena de transmisión incluye además las nuevas partes de protocolo cabecera EDMG TX-3, PAD TX-3, EDMG STF-A TX-3, EDMG STF-B TX-3, EDMG CEF TX-3 y la carga útil de datos TX-3.

35 **[0116]** Para evitar la formación accidental de haces en el transmisor y/o receptor, la transmisión del L-STF TX-2, L-CEF TX-2, cabecera L TX-2, cabecera EDMG TX-2 y PAD TX-2 de la segunda subtrama de cadena de transmisión se retarda un desplazamiento de tiempo  $\Delta T$  con respecto a la transmisión del L-STF TX-1, L-CEF TX-1, cabecera L TX-1, cabecera EDMG TX-1 y PAD TX-1 de la primera subtrama de cadena de transmisión. Y, la transmisión del L-STF TX-3, L-CEF TX-3, cabecera L TX-3, cabecera EDMG TX-3 y PAD TX-3 de la tercera subtrama de cadena de transmisión se retarda un desplazamiento de tiempo  $\Delta T$  con respecto a la transmisión del L-STF TX-2, L-CEF TX-2, cabecera L TX-2, cabecera EDMG TX-2 y PAD TX-2 de la segunda subtrama de cadena de transmisión.

40 **[0117]** Las partes respectivas restantes de las subtramas de la cadena de transmisión primera, segunda y tercera se transmiten de una manera sustancialmente alineada en el tiempo, con un par de excepciones como se indica a continuación. Por ejemplo, el EDMG STF-A TX-1, el EDMG STF-A TX-2 y el EDMG STF-A TX-3 se transmiten de manera sustancialmente alineada en el tiempo. El EDMG STF-B TX-1 y el EDMG STF-B TX-2 se transmiten de manera sustancialmente alineada en el tiempo en un primer intervalo de símbolo OFDM. La tercera subtrama de cadena de transmisión está configurada para ninguna transmisión (vacías) durante el primer intervalo de símbolo OFDM. El EDMG STF-B TX-3 se transmite durante un segundo intervalo de símbolo OFDM. La primera y la segunda subtramas de la cadena de transmisión están configuradas para ninguna transmisión (vacías) durante el segundo intervalo de símbolo OFDM. El EDMG CEF TX-1, el EDMG CEF TX-2 y el EDMG CEF TX-3 se transmiten de manera sustancialmente alineada en el tiempo. Y, la carga útil de datos TX-1, la carga útil de datos TX-2 y la carga útil de datos TX-3 se transmiten de manera alineada en el tiempo.

50 **[0118]** Como se ilustra, la longitud del PAD TX-1 es mayor que la longitud del PAD TX-2 que, a su vez, es mayor que la longitud del PAD TX-3. En consecuencia, los PAD TX-1, TX-2, TX-3 proporcionan una interfaz entre la parte de desplazamiento de tiempo L-STF, L-CEF, cabecera L y cabecera EDMG y la parte alineada en el tiempo EDMG STF-A, EDMG STF-B, EDMG CEF y carga de datos. El PAD TX-1 puede incluir un intervalo de protección (GI) de una primera longitud, el PAD TX-2 puede incluir un intervalo de protección (GI) de una segunda longitud, y el PAD TX-3 puede incluir un intervalo de protección (GI) de una tercera longitud, en el que la primera longitud es mayor que la segunda longitud, y la segunda longitud es mayor que la tercera longitud. Además, como se analizó anteriormente, el intervalo de protección del PAD TX-1 puede basarse en una secuencia de Golay con una primera

longitud, el intervalo de protección del PAD TX-2 puede basarse en una secuencia de Golay con una segunda longitud y el intervalo de protección de PAD TX-3 puede basarse en una secuencia de Golay con una tercera longitud, en el que la primera longitud es mayor que la segunda longitud, y la segunda longitud es mayor que la tercera longitud.

5 **[0119]** Los datos PRBS de dominio de frecuencia del EDMG STF-A TX-1 pueden basarse en un primer valor original particular para un polinomio primitivo particular, los datos PRBS de dominio de frecuencia del EDMG STF-A TX-2 pueden basarse en un segundo valor original particular para el mismo polinomio primitivo particular, y los datos de PRBS de dominio de frecuencia del EDMG STF-A TX-3 pueden basarse en un tercer valor original particular para el mismo polinomio primitivo particular (véase la FIG. 11). En consecuencia, el transmisor y el receptor pueden separarse para los datos PRBS en el dominio de frecuencia del EDMG STF-A TX-1, EDMG STF-A TX-2 y EDMG STF-A TX-3 para que se pueda realizar un AGC independiente para las subtramas de transmisión primera, segunda y tercera TX-1, TX-2 y TX-3.

15 **[0120]** La secuencia en el dominio del tiempo del EDMG STF-B TX-1 puede basarse en la secuencia Sg1 descrita anteriormente, y el EDMG STF-B TX-2 puede basarse en la secuencia Sg2 descrita anteriormente. Ambas secuencias Sg1 y Sg2 son ortogonales entre sí. En consecuencia, un receptor puede separar las secuencias Sg1 y Sg2 para establecer de manera independiente las ventanas de muestra recibidas para realizar un procesamiento FFT sustancialmente paralelo de las muestras recibidas de la primera y segunda subtramas de cadena de transmisión TX-1 y TX-2. El EDMG STF-B TX-3 puede basarse en la secuencia Sg1 (como se ilustra en la FIG. 7) o en la secuencia Sg2.

25 **[0121]** Los pilotos de dominio de frecuencia de EDMG CEF TX-1, EDMG CEF TX-2 y EDMG CEF TX-3 han sido procesados por la matriz P 3x3 como se analizó anteriormente para proporcionar diversidad de símbolos entre los pilotos de dominio de frecuencia. En consecuencia, un receptor puede separar los pilotos de dominio de frecuencia del EDMG CEF TX-1, EDMG CEF TX-2 y EDMG CEF TX-3 para realizar una estimación y equalización de canal independiente para la primera, segunda y tercera subtramas de cadena de transmisión TX-1, TX-2 y TX-3 recibidas.

30 **[0122]** La FIG. 8 ilustra una trama MIMO 800 de cuatro cadenas de transmisión a modo de ejemplo de acuerdo con otro aspecto de la presente divulgación. La trama MIMO 800 comprende una primera subtrama de cadena de transmisión que incluye la parte heredada L-STF TX-1, L-CEF TX-1 y cabecera L TX-1, y la nueva parte de protocolo cabecera EDMG TX-1, PAD TX-1, EDMG STF-A TX-1, EDMG STF-B TX-1, EDMG CEF TX-1 y carga de datos TX-1. La trama MIMO 700 comprende además una segunda subtrama de cadena de transmisión que incluye partes heredadas L-STF TX-2, L-CEF TX-2 y cabecera L TX-2 y una nueva parte de protocolo cabecera EDMG TX-2, PAD TX-2, EDMG STF-A TX-2, EDMG STF-B TX-2, EDMG CEF TX-2 y carga de datos TX-2.

35 **[0123]** De manera similar, la trama MIMO 800 comprende una tercera subtrama de cadena de transmisión que incluye la parte heredada L-STF TX-3, L-CEF TX-3 y cabecera L TX-3, y nuevas partes de protocolo cabecera EDMG TX-3, PAD TX-3, EDMG STF-A TX-3, EDMG STF-B TX-3, EDMG CEF TX-3 y carga de datos TX-3. La trama MIMO 800 comprende además una cuarta subtrama de cadena de transmisión que incluye la parte heredada L-STF TX-4, L-CEF TX-4 y cabecera L TX-4 y la nueva parte de protocolo cabecera EDMG TX-4, PAD TX-4, EDMG STF-A TX-4, EDMG STF-B TX-4, EDMG CEF TX-4 y carga de datos TX-4, z

40 **[0124]** Para evitar la formación accidental de haces en el transmisor y/o receptor, la transmisión del L-STF TX-2, L-CEF TX-2, cabecera L TX-2, cabecera EDMG TX-2 y PAD TX-2 de la segunda subtrama de cadena de transmisión se retarda un desplazamiento de tiempo  $\Delta T$  con respecto a la transmisión del L-STF TX-1, L-CEF TX-1, cabecera L TX-1, cabecera EDMG TX-1 y PAD TX-1 de la primera subtrama de cadena de transmisión. Y, la transmisión del L-STF TX-3, L-CEF TX-3, cabecera L TX-3, cabecera EDMG TX-3 y PAD TX-3 de la tercera subtrama de cadena de transmisión se retarda un desplazamiento de tiempo  $\Delta T$  con respecto a la transmisión del L-STF TX-2, L-CEF TX-2, cabecera L TX-2, cabecera EDMG TX-2 y PAD TX-2 de la segunda subtrama de cadena de transmisión. La transmisión del L-STF TX-4, L-CEF TX-3, cabecera L TX-4, cabecera EDMG TX-4 y PAD TX-4 de la cuarta subtrama de cadena de transmisión se retarda un desplazamiento de tiempo  $\Delta T$  con respecto a la transmisión de L-STF TX-3, L-CEF TX-3, cabecera L TX-3, cabecera EDMG TX-3 y PAD TX-3 de la tercera subtrama de cadena de transmisión.

45 **[0125]** Las partes respectivas restantes de las subtramas de la cadena de transmisión primera, segunda y tercera se transmiten de una manera sustancialmente alineada en el tiempo, con un par de excepciones como se indica a continuación. Por ejemplo, el EDMG STF-A TX-1, el EDMG STF-A TX-2, el EDMG STF-A TX-3 y el EDMG STF-A TX-4 se transmiten de manera sustancialmente alineada en el tiempo. El EDMG STF-B TX-1 y el EDMG STF-B TX-2 se transmiten de manera sustancialmente alineada en el tiempo en un primer intervalo de símbolo OFDM. Las subtramas de la tercera y cuarta cadenas de transmisión están configuradas para ninguna transmisión (vacías) durante el primer intervalo de símbolo OFDM. El EDMG STF-B TX-3 y el EDMG STF-B TX-4 se transmiten durante un segundo intervalo de símbolo OFDM. La primera y la segunda subtramas de la cadena de transmisión están configuradas para ninguna transmisión (vacías) durante el segundo intervalo de símbolo OFDM. El EDMG CEF TX-1, EDMG CEF TX-2, EDMG CEF TX-3 y el EDMG CEF TX-4 se transmiten de manera sustancialmente alineada en

el tiempo. Y, la carga útil de datos TX-1, la carga útil de datos TX-2, la carga útil de datos TX-3 y la carga útil de datos TX-4 se transmiten de una manera sustancialmente alineada en el tiempo.

5 **[0126]** Como se ilustra, la longitud del PAD TX-1 es mayor que la longitud del PAD TX-2 que, a su vez, es mayor que la longitud del PAD TX-3, que, a su vez, es mayor que la longitud del PAD TX-4. En consecuencia, los PAD TX-1, TX-2, TX-3 y TX-4 proporcionan una interfaz entre la parte de desplazamiento temporal del L-STF, L-CEF, cabecera L y cabecera EDMG y la parte alineada en el tiempo EDMG STF-A, EDMG STF-B, EDMG CEF y carga de datos. Los PAD TX-1, TX-2, TX-3 y TX-4 pueden incluir intervalos de protección (GI) de primera, segunda, tercera y cuarta longitudes, respectivamente; donde la primera longitud es mayor que la segunda longitud, la segunda longitud es mayor que la tercera longitud, y la tercera longitud es mayor que la cuarta longitud. Además, como se analizó anteriormente, los intervalos de protección (GI) de los PAD TX-1, TX-2, TX-3 y TX-4 pueden basarse en las secuencias respectivas de Golay de las longitudes decrecientes primera, segunda, tercera y cuarta órdenes, respectivamente.

15 **[0127]** Los datos PRBS de dominio de frecuencia del EDMG STF-A TX-1 pueden basarse en un primer valor original particular para un polinomio primitivo particular, los datos PRBS de dominio de frecuencia del EDMG STF-A TX-2 pueden basarse en un segundo valor original particular para el mismo polinomio primitivo particular, los datos PRBS de dominio de frecuencia del EDMG STF-A TX-3 pueden basarse en un tercer valor original particular para el mismo polinomio primitivo particular, y los datos PRBS de dominio de frecuencia del EDMG STF-A TX-4 pueden basarse en un cuarto valor original particular para el mismo polinomio primitivo particular (véase la FIG. 11). En consecuencia, el transmisor y el receptor pueden separarse para los datos PRBS de dominio de frecuencia de EDMG STF-A TX-1, EDMG STF-A TX-2, EDMG STF-A TX-3 y EDMG STF-A TX-4 para que se pueda realizar un AGC independiente para las subtramas de transmisión primera, segunda, tercera y cuarta TX-1, TX-2, TX-3 y TX-4.

25 **[0128]** La secuencia en el dominio del tiempo del EDMG STF-B TX-1 puede basarse en la secuencia Sg1 descrita anteriormente, y el EDMG STF-B TX-2 puede basarse en la secuencia Sg2 descrita anteriormente. Ambas secuencias Sg1 y Sg2 son ortogonales entre sí. En consecuencia, un receptor puede separar las secuencias Sg1 y Sg2 para establecer de manera independiente las ventanas de muestra recibidas para realizar un procesamiento FFT sustancialmente paralelo de las muestras recibidas de la primera y segunda subtramas de cadena de transmisión TX-1 y TX-2. De manera similar, la secuencia en el dominio del tiempo del EDMG STF-B TX-3 puede basarse en la secuencia Sg1 descrita anteriormente, y el EDMG STF-B TX-4 puede basarse en la secuencia Sg2 descrita anteriormente. Como se analizó, ambas secuencias Sg1 y Sg2 son ortogonales entre sí. En consecuencia, un receptor puede separar las secuencias Sg1 y Sg2 para establecer de forma independiente las ventanas de muestra recibidas para realizar un procesamiento FFT sustancialmente paralelo de las muestras recibidas de las subtramas de cadenas de transmisión tercera y cuarta TX-3 y TX-4.

35 **[0129]** Los pilotos de dominio de frecuencia de EDMG CEF TX-1, EDMG CEF TX-2, EDMG CEF TX-3 y EDMG CEF TX-4 han sido procesados por la matriz  $P_{4 \times 4}$  como se analizó anteriormente para proporcionar diversidad de símbolos entre los pilotos de dominio de frecuencia. En consecuencia, un receptor puede separar los pilotos de dominio de frecuencia del EDMG CEF TX-1, EDMG CEF TX-2, EDMG CEF TX-3 y EDMG CEF TX-4 para realizar una estimación y equalización de canal independiente para las subtramas de cadena de transmisión recibidas TX-1, TX-2, TX-3 y TX-4.

45 **[0130]** La FIG. 9 ilustra una trama MIMO 900 de seis cadenas de transmisión de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación. La trama MIMO 900 es similar a la de la trama MIMO 800 de cuatro cadenas de transmisión, pero incluye una adición de dos subtramas de cadena de transmisión TX-5 y TX-6 (similar a agregar las dos subtramas de cadena de transmisión adicionales a la trama MIMO 600 para formar la trama MIMO 800). En consecuencia, los detalles de la configuración de la trama MIMO 900 son evidentes.

50 **[0131]** Cabe destacar que debido a que hay seis subtramas de cadena de transmisión, se utilizan tres intervalos de símbolo OFDM para transmitir el EDMG STF-B de todas las cadenas de transmisión. Durante el primer intervalo de símbolo OFDM, el EDMG STF-B TX-1 con la secuencia Sg1 y el EDMG STF-B TX-2 con la secuencia Sg2 se transmiten de manera sustancialmente alineada en el tiempo. Durante el primer intervalo de símbolo OFDM, las subtramas de la cadena de transmisión TX-3 a TX-6 están configuradas para ninguna transmisión (vacías). Durante el segundo intervalo de símbolo OFDM, el EDMG STF-B TX-3 con la secuencia Sg1 y el EDMG STF-B TX-4 con la secuencia Sg2 se transmiten de manera sustancialmente alineada en el tiempo. Durante el segundo intervalo de símbolo OFDM, las subtramas de la cadena de transmisión TX-1 y TX-2 y TX-5 y TX-6 están configuradas para ninguna transmisión (vacías). Durante el tercer intervalo de símbolo OFDM, el EDMG STF-B TX-5 con secuencia Sg1 y EDMG STF-B TX-6 con secuencia Sg2 se transmiten de una manera sustancialmente alineada en el tiempo. Durante el tercer intervalo de símbolo OFDM, las subtramas de la cadena de transmisión TX-1 a TX-4 están configuradas para ninguna transmisión (vacías).

65 **[0132]** Una trama OFDM puede configurarse para incluir cualquier número par de cadena de transmisión, como 8, 10 y 12. En tales casos, los números de intervalos de símbolo OFDM necesarios para transmitir el EDMG STF-B correspondiente son 4, 5 y 6, respectivamente. Del mismo modo, unas tramas OFDM pueden configurarse para incluir cualquier número impar de cadenas de transmisión, como 5, 7, 9 y 11. En tales casos, los números de

intervalos de símbolo OFDM necesarios para transmitir los STF-B de EDMG correspondientes son 3, 4, 5 y 7, respectivamente.

5 **[0133]** La FIG. 10 ilustra una trama MIMO 1000 de dos cadenas de transmisión y dos canales enlazados a modo de ejemplo de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación. La trama MIMO 1000 comprende una primera subtrama de cadena de transmisión TX-1 que puede configurarse de forma similar a la de la trama 500, con la excepción de que hay dos PADs CHI y CH2 situados en el tiempo de transmisión entre la cabecera EDMG Ch1 y la cabecera EDMG CH2 y el canal enlazado correspondiente, respectivamente.

10 **[0134]** La trama MIMO 1000 comprende además una segunda subtrama de cadena de transmisión TX-2 que también puede configurarse de manera similar a la de la trama 500, pero con la misma excepción de que hay dos PADs CHI y CH2 situados en el tiempo de transmisión entre la cabecera EDMG CHI y EDMG cabecera CH2 y el canal enlazado correspondiente, respectivamente. Además, la transmisión de L-STF, L-CEF, cabecera L, cabecera EDMG y PADs de la segunda cadena de transmisión TX-2 está configurada para retardarse un desplazamiento de tiempo  $\Delta T$  con respecto a la transmisión de L- STF, L-CEF, cabecera L, cabecera EDMG y PADs de la primera subtrama de cadena de transmisión TX-1.

15 **[0135]** El al menos uno de los EDMG STF-A, EDMG STF-B, EDMG CEF y la carga útil de datos de la primera subtrama de cadena de transmisión TX-1 se transmite de manera alineada en el tiempo como EDMG STF-A, EDMG STF-B, EDMG CEF y carga útil de datos de la segunda subtrama de cadena de transmisión TX-2. En consecuencia, como se analizó anteriormente, los PAD de longitud para la primera subtrama de cadena de transmisión TX-1 son mayores que la longitud de los PAD de la segunda subtrama de cadena de transmisión TX-2.

20 **[0136]** La FIG. 12 ilustra un dispositivo 1200 de ejemplo, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación. El dispositivo 1200 puede configurarse para funcionar en un punto de acceso o un dispositivo de usuario para realizar una o más de las operaciones descritas en el presente documento. El dispositivo 1200 incluye un sistema de procesamiento 1220 y una memoria 1210 acoplada al sistema de procesamiento 1220. La memoria 1210 puede almacenar instrucciones que, cuando se ejecutan por el sistema de procesamiento 1220, hacen que el sistema de procesamiento 1220 realice una o más de las operaciones descritas en el presente documento. Implementaciones a modo de ejemplo del sistema de procesamiento 1220 se proporcionan a continuación. El dispositivo 1200 también comprende una interfaz de transmisión/recepción 1230 acoplada al sistema de procesamiento 1220. La interfaz 1230 (por ejemplo, el bus de interfaz) se puede configurar para conectar el sistema de procesamiento 1220 a un extremo frontal de radiofrecuencia (RF) (por ejemplo, los transceptores 226-1 a 226-N o 266-1 a 266-M), como se analiza adicionalmente a continuación.

25 **[0137]** En ciertos aspectos, el sistema de procesamiento 1220 puede incluir uno o más de los siguientes: un procesador de datos de transmisión (por ejemplo, procesador de datos de transmisión 220 o 260), un generador de tramas (por ejemplo, el generador de tramas 222 o 262), un procesador de transmisión (por ejemplo, el procesador de transmisión 224 o 264) y/o un controlador (por ejemplo, el controlador 234 o 274) para realizar una o más de las operaciones descritas en el presente documento. En estos aspectos, el sistema de procesamiento 1220 puede generar una trama y enviar la trama a un extremo frontal de RF (por ejemplo, el transceptor 226-1 a 226-N o 266-1 a 266-M) por medio de la interfaz 1230 para su transmisión inalámbrica (por ejemplo, a un punto de acceso o un dispositivo de usuario).

30 **[0138]** En determinados aspectos, el sistema de procesamiento 1220 puede incluir uno o más de los siguientes: un procesador de recepción (por ejemplo, el procesador de recepción 242 o 282), un procesador de datos de recepción (por ejemplo, el procesador de datos de recepción 244 o 284) y/o un controlador (por ejemplo, el controlador 234 y 274) para realizar una o más de las operaciones descritas en el presente documento. En estos aspectos, el sistema de procesamiento 1220 puede recibir una trama desde un extremo frontal de RF (por ejemplo, los transceptores 226-1 a 226-N o 266-1 a 266-M) por medio de la interfaz 1230 y procesar la trama de acuerdo con uno cualquiera o más de los aspectos analizados anteriormente.

35 **[0139]** En el caso de un dispositivo de usuario, el dispositivo 1200 puede incluir una interfaz de usuario 1240 acoplada al sistema de procesamiento 1220. La interfaz de usuario 1240 se puede configurar para recibir datos de un usuario (por ejemplo, por medio de un teclado, ratón, joystick, etc.) y proporcionar los datos al sistema de procesamiento 1220. La interfaz de usuario 1240 también se puede configurar para enviar datos desde el sistema de procesamiento 1220 al usuario (por ejemplo, por medio de una pantalla, altavoz, etc.). En este caso, los datos se pueden someter a un procesamiento adicional antes de enviarse al usuario. En el caso de un punto de acceso 210, la interfaz de usuario 1240 se puede omitir.

40 **[0140]** Las diversas operaciones de los procedimientos descritos anteriormente se pueden realizar mediante cualquier medio adecuado que pueda realizar las funciones correspondientes. Los medios pueden incluir diversos componentes y/o módulos de hardware y/o software que incluyen, pero no se limitan a, un circuito, un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC) o un procesador. En general, cuando haya operaciones ilustradas en las figuras, esas operaciones pueden tener correspondientes componentes, de medios más función, como contraparte con una numeración similar.

**[0141]** Por ejemplo, entre algunos ejemplos de medios para generar o medios para configurar una trama se incluye el sistema de procesamiento 1220, el generador de tramas 222 y el generador de tramas 262. Entre algunos ejemplos de medios para enviar la trama para su transmisión se incluye la interfaz de transmisión/recepción 1230, el procesador de transmisión 224 y el procesador de transmisión 264.

**[0142]** En algunos casos, en lugar de transmitir realmente una trama, un dispositivo puede tener una interfaz para enviar una trama para su transmisión (un medio para enviar). Por ejemplo, un procesador puede enviar una trama, por medio de una interfaz de bus, a una interfaz de usuario de radiofrecuencia (RF) para su transmisión. De forma similar, en lugar de recibir realmente una trama, un dispositivo puede tener una interfaz para obtener una trama recibida desde otro dispositivo (un medio para obtener). Por ejemplo, un procesador puede obtener (o recibir) una trama, por medio de una interfaz de bus, desde una interfaz de usuario de RF para su recepción.

**[0143]** Como se usa en el presente documento, el término "determinar" abarca una amplia variedad de acciones. Por ejemplo, "determinar" puede incluir calcular, computar, procesar, obtener, investigar, consultar (por ejemplo, consultar una tabla, una base de datos u otra estructura de datos), averiguar y similares. También, "determinar" puede incluir recibir (por ejemplo, recibir información), acceder (por ejemplo, acceder a datos en una memoria) y similares. También, "determinar" puede incluir resolver, seleccionar, elegir, establecer y similares.

**[0144]** Como se usa en el presente documento, una frase que se refiere a "al menos uno de" una lista de elementos se refiere a cualquier combinación de esos elementos, incluidos elementos individuales. Como ejemplo, "al menos uno de: a, b, o c" está previsto para cubrir a, b, c, a-b, a-c, b-c y a-b-c, así como cualquier combinación con múltiplos del mismo elemento (por ejemplo, a-a, a-a-a, a-a-b, a-a-c, a-b-b, a-c-c, b-b, b-b-b, b-b-c, c-c y c-c-c o cualquier otra ordenación de a, b y c).

**[0145]** Los diversos bloques, módulos y circuitos lógicos ilustrativos descritos en relación con la presente divulgación pueden implementarse o realizarse con un procesador de uso general, un procesador de señales digitales (DSP), un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), una formación de compuertas programables *in situ* (FPGA) u otro dispositivo de lógica programable (PLD), lógica de puertas discretas o de transistores, componentes de hardware discretos o cualquier combinación de los mismos diseñada para realizar las funciones descritas en el presente documento. Un procesador de uso general puede ser un microprocesador pero, de forma alternativa, el procesador puede ser cualquier procesador, controlador, micro-controlador o máquina de estados disponible comercialmente. Un procesador también puede implementarse como una combinación de dispositivos informáticos, por ejemplo, una combinación de un DSP y un microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores junto con un núcleo de DSP o cualquier otra configuración de este tipo.

**[0146]** Debe entenderse que el procesamiento como se describe en el presente documento puede realizarse mediante cualquier medio digital como se analizó anteriormente, y/o cualquier medio o circuito analógico.

**[0147]** Las etapas de un procedimiento o algoritmo descrito en relación con la presente divulgación se pueden realizar directamente en hardware, en un módulo de software ejecutado por un procesador o en una combinación de los dos. Un módulo de software puede residir en cualquier forma de medio de almacenamiento que se conozca en la técnica. Algunos ejemplos de medios de almacenamiento que se pueden usar incluyen memoria de acceso aleatorio (RAM), memoria de solo lectura (ROM), memoria flash, memoria EPROM, memoria EEPROM, registros, un disco duro, un disco extraíble, un CD-ROM, etc. Un módulo de software puede comprender una única instrucción o muchas instrucciones, y se puede distribuir por varios segmentos de código diferentes, entre programas diferentes y entre múltiples medios de almacenamiento. Un medio de almacenamiento se puede acoplar a un procesador de modo que el procesador pueda leer información de, y escribir información en, el medio de almacenamiento. De forma alternativa, el medio de almacenamiento puede estar integrado en el procesador.

**[0148]** Los procedimientos divulgados en el presente documento comprenden una o más etapas o acciones para lograr el procedimiento descrito. Las etapas y/o acciones de procedimiento se pueden intercambiar entre sí sin apartarse del alcance de las reivindicaciones. En otras palabras, a menos que se especifique un orden específico de etapas o acciones, el orden y/o el uso de etapas y/o acciones específicas se pueden modificar sin apartarse del alcance de las reivindicaciones.

**[0149]** Las funciones descritas se pueden implementar en hardware, software, firmware o en cualquier combinación de los mismos. Si se implementa en hardware, una configuración a modo de ejemplo de hardware puede comprender un sistema de procesamiento en un nodo inalámbrico. El sistema de procesamiento se puede implementar con una arquitectura de bus. El bus puede incluir cualquier número de buses y puentes de interconexión, dependiendo de la aplicación específica del sistema de procesamiento y las restricciones de diseño globales. El bus puede enlazar conjuntamente diversos circuitos, incluyendo un procesador, medios legibles por máquina y una interfaz de bus. La interfaz de bus se puede usar para conectar un adaptador de red, entre otras cosas, al sistema de procesamiento mediante el bus. El adaptador de red se puede usar para implementar las funciones de procesamiento de señales de la capa PHY. En el caso de cualquiera de los dispositivos 106 y 110 (véase la FIG. 1), una interfaz de usuario (por ejemplo, teclado, pantalla, ratón, joystick, etc.) también puede

conectarse al bus. El bus también puede conectar otros diversos circuitos, tales como orígenes de temporización, periféricos, reguladores de tensión, circuitos de administración de energía y similares, que son bien conocidos en la técnica y, por lo tanto, no se describirán más.

5 **[0150]** El procesador puede ser responsable de gestionar el bus y el procesamiento general, incluyendo la ejecución de software almacenado en los medios legibles por máquina. El procesador se puede implementar con uno o más procesadores de propósito general y/o de propósito especial. Entre los ejemplos se incluyen microprocesadores, micro-controladores, procesadores DSP y otros circuitos que puedan ejecutar software. El significado de la palabra software se deberá interpretar ampliamente como instrucciones, datos o cualquier combinación de los mismos, independientemente de si se denomina software, firmware, middleware, microcódigo, lenguaje de descripción de hardware o de otro modo. Los medios legibles por máquina pueden incluir, a modo de ejemplo, RAM (memoria de acceso aleatorio), memoria flash, ROM (memoria de solo lectura), PROM (memoria programable de solo lectura), EPROM (memoria programable de solo lectura y borrable), EEPROM (memoria programable de solo lectura eléctricamente borrable), registros, discos magnéticos, discos ópticos, discos duros o cualquier otro medio de almacenamiento adecuado, o cualquier combinación de los mismos. Los medios legibles por máquina se pueden integrar en un producto de programa informático. El producto de programa informático puede comprender materiales de embalaje.

20 **[0151]** En una implementación de hardware, los medios legibles por máquina pueden formar parte del sistema de procesamiento separado del procesador. Sin embargo, como apreciarán fácilmente los expertos en la técnica, los medios legibles por máquina, o cualquier parte de los mismos, pueden ser externos al sistema de procesamiento. A modo de ejemplo, los medios legibles por máquina pueden incluir una línea de transmisión, una onda portadora modulada por datos y/o un producto informático separado del nodo inalámbrico, donde el procesador pueda acceder a todos ellos a través de la interfaz de bus. De forma alternativa, o además, los medios legibles por máquina, o cualquier parte de los mismos, se pueden integrar en el procesador, tal como puede ser el caso con la memoria caché y/o los archivos de registro generales.

30 **[0152]** El sistema de procesamiento se puede configurar como un sistema de procesamiento de uso general con uno o más microprocesadores que proporcionen la funcionalidad del procesador y una memoria externa que proporcione al menos una parte de los medios legibles por máquina, enlazados todos ellos conjuntamente con otros circuitos de soporte a través de una arquitectura de bus externa. De forma alternativa, el sistema de procesamiento se puede implementar con un ASIC (circuito integrado específico de la aplicación), con el procesador, la interfaz de bus, la interfaz de usuario (en el caso de un terminal de acceso), los circuitos de soporte y al menos una parte de los medios legibles por máquina, integrados en un único chip o con una o más FPGA (matrices de puertas programables por campo), PLD (dispositivos de lógica programable), controladores, máquinas de estados, lógica de puertas, componentes de hardware discretos o cualquier otro circuito adecuado, o cualquier combinación de circuitos que pueda realizar la diversa funcionalidad descrita a lo largo de la presente divulgación. Los expertos en la técnica reconocerán el mejor modo de implementar la funcionalidad descrita para el sistema de procesamiento, dependiendo de la aplicación particular y de las restricciones de diseño globales impuestas al sistema global.

40 **[0153]** Los medios legibles por máquina pueden comprender diversos módulos de software. Los módulos de software incluyen instrucciones que, cuando se ejecutan por el procesador, causan que el sistema de procesamiento realice diversas funciones. Los módulos de software pueden incluir un módulo de transmisión y un módulo de recepción. Cada módulo de software puede residir en un único dispositivo de almacenamiento o se puede distribuir a través de múltiples dispositivos de almacenamiento. A modo de ejemplo, un módulo de software se puede cargar en una RAM desde un disco duro cuando se produce un suceso de activación. Durante la ejecución del módulo de software, el procesador puede cargar parte de las instrucciones en memoria caché para aumentar la velocidad de acceso. Una o más líneas de memoria caché se pueden cargar a continuación en un archivo de registro general para su ejecución por el procesador. Cuando se haga referencia a la funcionalidad de un módulo de software a continuación, se entenderá que dicha funcionalidad es implementada por el procesador cuando ejecuta instrucciones de ese módulo de software.

55 **[0154]** Si se implementan en software, las funciones pueden almacenarse en, o transmitirse por, un medio legible por ordenador, como una o más instrucciones o códigos. Los medios legibles por ordenador incluyen tanto medios de almacenamiento informático como medios de comunicación, incluyendo cualquier medio que facilite la transferencia de un programa informático desde un lugar a otro. Un medio de almacenamiento puede ser cualquier medio disponible al que se pueda acceder mediante un ordenador. A modo de ejemplo y no de limitación, dichos medios legibles por ordenador pueden comprender RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM u otros dispositivos de almacenamiento en disco óptico, almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que se pueda usar para transportar o almacenar el código de programa deseado en forma de instrucciones o estructuras de datos y al que se pueda acceder mediante un ordenador. Además, cualquier conexión recibe adecuadamente la denominación de medio legible por ordenador. Por ejemplo, si el software se transmite desde una sede de la Red, un servidor u otro origen remoto, usando un cable coaxial, un cable de fibra óptica, un par trenzado, una línea de abonado digital (DSL) o tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos (IR), radio y microondas, entonces el cable coaxial, el cable de fibra óptica, el par trenzado, la DSL o las tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas se incluyen en la definición de medio. El término disco, como

se usa en el presente documento, incluye el disco compacto (CD), el disco láser, el disco óptico, el disco versátil digital (DVD), el disco flexible y el disco Blu-ray®, donde algunos discos reproducen habitualmente los datos magnéticamente, mientras que otros discos reproducen los datos ópticamente con láseres. Por lo tanto, en algunos aspectos, los medios legibles por ordenador pueden comprender medios no transitorios legibles por ordenador (por ejemplo, medios tangibles). Además, para otros aspectos, los medios legibles por ordenador pueden comprender medios transitorios legibles por ordenador (por ejemplo, una señal). Las combinaciones de lo anterior deberían incluirse también dentro del alcance de los medios legibles por ordenador.

**[0155]** Por lo tanto, determinados aspectos pueden comprender un producto de programa informático para realizar las operaciones presentadas en el presente documento. Por ejemplo, un producto de programa informático de este tipo puede comprender un medio legible por ordenador que tenga instrucciones almacenadas (y/o codificadas) en el mismo, siendo las instrucciones ejecutables por uno o más procesadores para realizar las operaciones descritas en el presente documento. Para determinados aspectos, el producto de programa informático puede incluir material de embalaje.

**[0156]** Además, se debería apreciar que los módulos y/u otros medios adecuados para realizar los procedimientos y las técnicas descritos en el presente documento se pueden descargar y/u obtener de otra forma mediante un terminal de usuario y/o una estación base, según corresponda. Por ejemplo, un dispositivo de este tipo puede estar acoplado a un servidor para facilitar la transferencia de medios para realizar los procedimientos descritos en el presente documento. De forma alternativa, diversos procedimientos descritos en el presente documento se pueden proporcionar mediante medios de almacenamiento (por ejemplo, RAM, ROM, un medio de almacenamiento físico tal como un disco compacto (CD) o un disco flexible, etc.), de tal manera que un terminal de usuario y/o una estación base puedan obtener los diversos procedimientos tras acoplarse o proporcionar los medios de almacenamiento al dispositivo. Además, se puede utilizar cualquier otra técnica adecuada para proporcionar a un dispositivo los procedimientos y técnicas descritos en el presente documento.

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento para comunicaciones inalámbricas, que comprende:

5 generar una trama que comprende una primera parte y una segunda parte, siendo dicha primera parte descodificable por un primer dispositivo que funciona de acuerdo con un primer protocolo, con dicha segunda parte no siendo decodificable mediante el primer dispositivo, en el que la primera y la segunda parte son descodificables por un segundo dispositivo que funciona de acuerdo con un segundo protocolo; en el que generar la trama comprende generar una primera subtrama que comprende la primera y  
10 segunda partes, y generar una segunda subtrama que comprende una tercera parte y una cuarta parte, siendo la tercera parte descodificable por el primer dispositivo que funciona de acuerdo con el primer protocolo, no siendo la cuarta parte descodificable por el primer dispositivo, y siendo las partes tercera y cuarta descodificables por el segundo dispositivo que funciona de acuerdo con el segundo protocolo;

15 en el que generar la trama comprende configurar:

la segunda parte para incluir un primer conjunto de datos de secuencia binaria pseudoaleatoria de dominio de frecuencia configurados para transmisión a través de un primer conjunto de subportadoras de una primera transmisión OFDM; y

20 la cuarta parte para incluir un segundo conjunto de datos de secuencia binaria pseudoaleatoria de dominio de frecuencia configurados para transmisión a través de un segundo conjunto de subportadoras de una segunda transmisión OFDM; y

25 en el que generar la trama comprende generar:

el primer conjunto de datos de secuencia binaria pseudoaleatoria de dominio de frecuencia basado en un primer valor original para un polinomio primitivo particular; y

30 el segundo conjunto de datos de secuencia binaria pseudoaleatoria de dominio de frecuencia basado en un segundo valor original para el polinomio primitivo particular; y

35 enviar la trama para la transmisión, en la que la salida de la trama para la transmisión comprende la salida del primer y segundo conjuntos de datos de secuencia binaria pseudoaleatoria del dominio de frecuencia para la transmisión de una manera sustancialmente alineada en el tiempo.

2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que generar la trama comprende configurar la segunda parte para incluir una secuencia en el dominio del tiempo.

40 3. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que generar la trama comprende configurar la segunda parte para incluir una secuencia de pilotos de dominio de frecuencia para transmisión a través de subportadoras de una transmisión OFDM.

45 4. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que generar la trama comprende configurar la segunda parte para incluir:

un primer campo configurado para facilitar el control automático de ganancia, AGC, en el segundo dispositivo;

50 un segundo campo configurado para facilitar el control de temporización para introducir muestras de una transmisión OFDM de la trama en una transformada rápida de Fourier, FFT, en el segundo dispositivo; y

un tercer campo configurado para facilitar la estimación del canal asociado con la trama recibida en el segundo dispositivo.

55 5. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la salida de la trama para la transmisión comprende la salida de la primera parte y la tercera parte para la transmisión de manera desplazada en el tiempo.

60 6. Un aparato para comunicaciones inalámbricas, que comprende:

medios para generar una trama que comprende una primera parte y una segunda parte, siendo dicha primera parte descodificable por un primer dispositivo que funciona de acuerdo con un primer protocolo, con dicha segunda parte no siendo decodificable por el primer dispositivo, en el que las partes primera y segunda son descodificables por un segundo dispositivo que funciona de acuerdo con un segundo  
65 protocolo;

5 en el que los medios para generar la trama comprenden medios para generar una primera subtrama que comprende la primera y segunda parte, y medios para generar una segunda subtrama que comprende una tercera parte y una cuarta partes, siendo la tercera parte descodificable por el primer dispositivo que funciona de acuerdo con el primer protocolo, no siendo la cuarta parte descodificable por el primer dispositivo, y siendo las partes tercera y cuarta descodificables por el segundo dispositivo que funciona de acuerdo con el segundo protocolo;

en el que los medios para generar la trama comprenden medios para configurar:

10 la segunda parte incluye un primer conjunto de datos PRBS de dominio de frecuencia configurados para transmisión a través de un primer conjunto de subportadoras de una primera transmisión OFDM; y

15 la cuarta parte incluye un segundo conjunto de datos PRBS de dominio de frecuencia configurados para transmisión a través de un segundo conjunto de subportadoras de una segunda transmisión OFDM;

en el que los medios para generar la trama comprenden:

20 medios para generar el primer conjunto de datos PRBS de dominio de frecuencia basado en un primer valor original para un polinomio primitivo particular; y

25 medios para generar el segundo conjunto de datos PRBS de dominio de frecuencia basado en un segundo valor original para el polinomio primitivo particular; y

medios para enviar la trama para transmisión, en el que los medios para enviar la trama para transmisión comprenden medios para enviar el primer y segundo conjuntos de datos PRBS de dominio de frecuencia para transmisión de una manera sustancialmente alineada en el tiempo.

30 7. El aparato de la reivindicación 6 en el que los medios para generar la trama comprenden medios para configurar la segunda parte para incluir una secuencia en el dominio del tiempo.

35 8. El aparato según la reivindicación 6 en el que los medios para generar la trama comprenden medios para configurar la segunda parte para incluir una secuencia de pilotos de dominio de frecuencia para transmisión a través de subportadoras de una transmisión OFDM.

9. El aparato de la reivindicación 6 en el que los medios para generar la trama comprenden medios para configurar la segunda parte para incluir:

40 un primer campo configurado para facilitar el control automático de ganancia, AGC, en el segundo dispositivo;

45 un segundo campo configurado para facilitar el control de temporización para introducir muestras de una transmisión OFDM de la trama en una transformada rápida de Fourier, FFT, en el segundo dispositivo; y

un tercer campo configurado para facilitar la estimación del canal asociado con la trama recibida en el segundo dispositivo.

50 10. El aparato según la reivindicación 6 en el que los medios para enviar la trama para la transmisión comprenden medios para enviar la primera parte y la tercera parte para la transmisión de manera desplazada en el tiempo.

55 11. Un programa informático que comprende instrucciones que, cuando el programa se ejecuta mediante un ordenador, hacen que el ordenador lleve a cabo el procedimiento de una de las reivindicaciones 1-5.

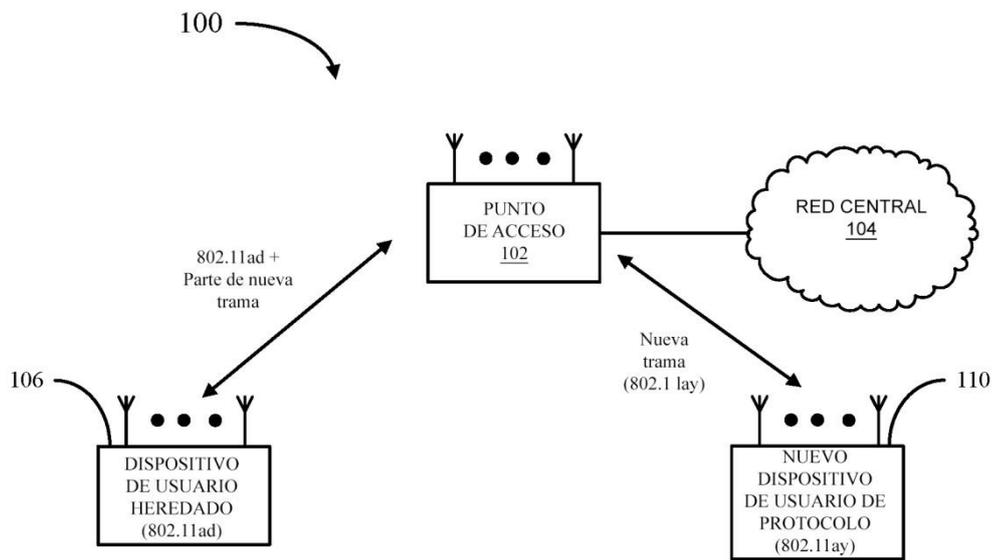


FIG. 1

200

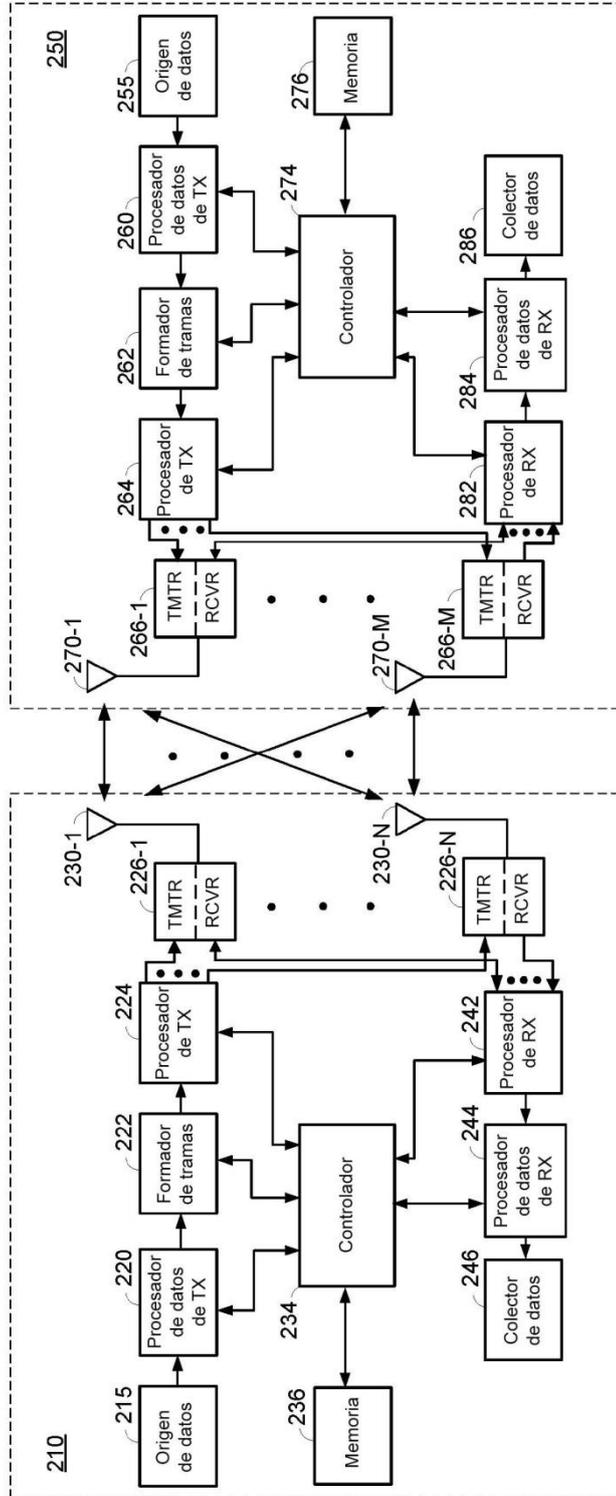


FIG. 2



FIG. 3A

Descripción	Bits	Notas
Longitud de datos de carga útil	24	
Cabecera EDMG Número de bloques LDPC	10	El valor es +1 (cuando este campo es 0, significa 1 bloque LDPC)
Flujos espaciales	4	1 . . . 16
Canales	3	1 . . . 8
Desplazamiento de canal	3	0 . . . 7 (El desplazamiento de este canal en la vinculación del canal)
Hay MCS	6	
Modo GI	1	GI corto o largo
Modo FFT	1	FFT corta o larga
Modo LDPC	1	Corto (igual que 1 lad) o largo
CES largo	1	Indicar secuencia de estimación de canal larga
Bits reservados	26	
Bits de propiedad	8	
CRC	16	
Total	104	bits

FIG. 3B

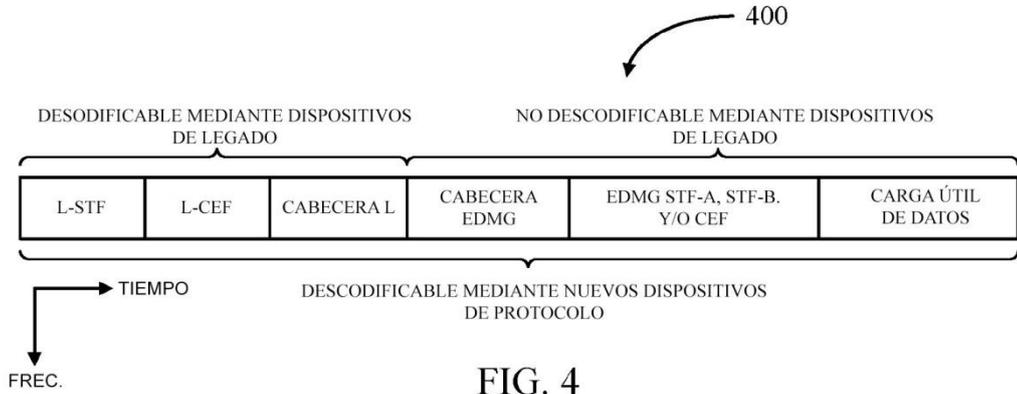


FIG. 4

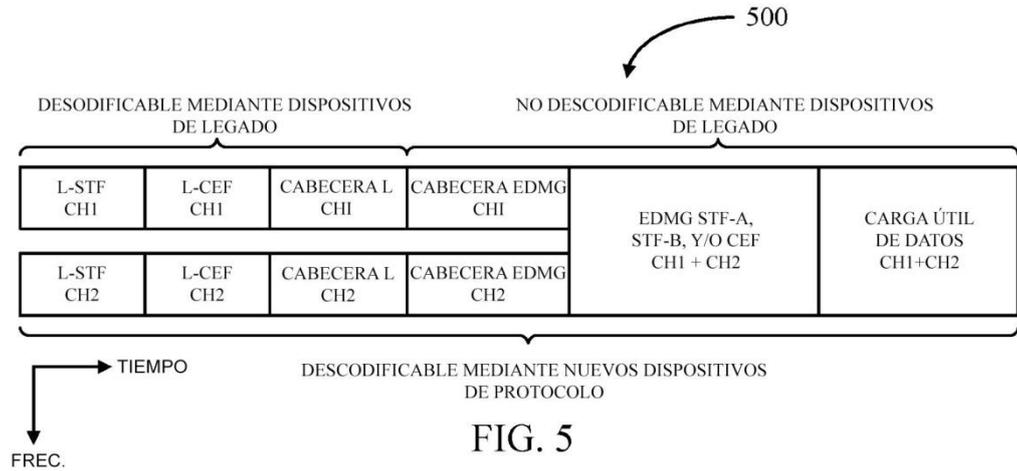


FIG. 5

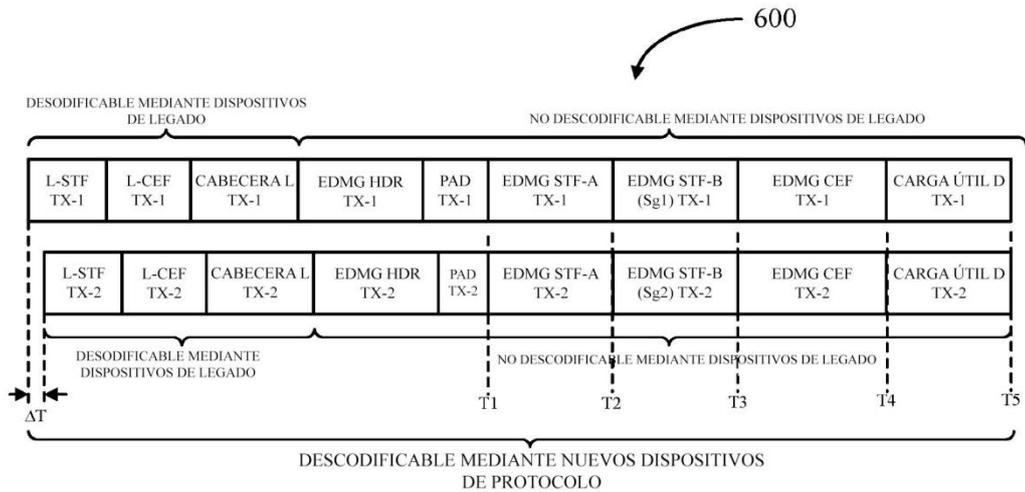


FIG. 6

700

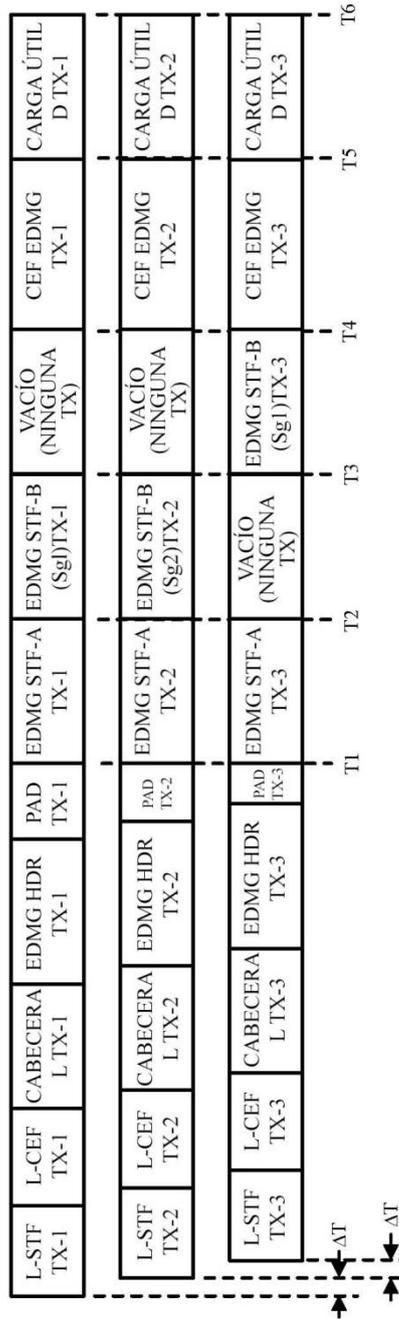


FIG. 7

800

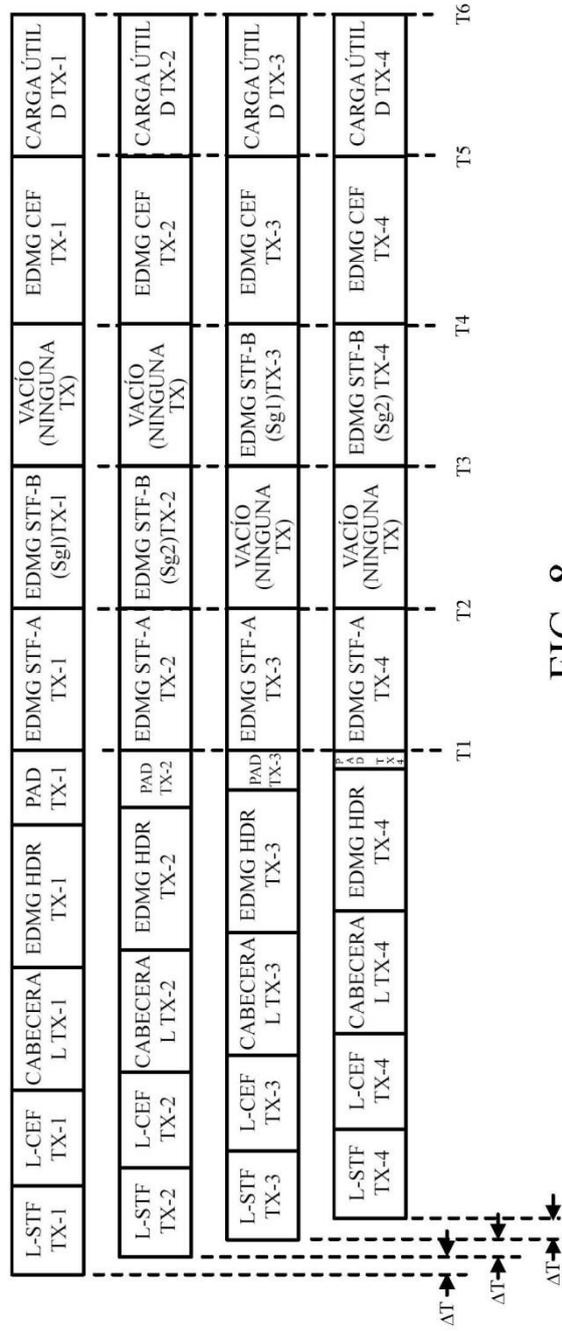


FIG. 8

900

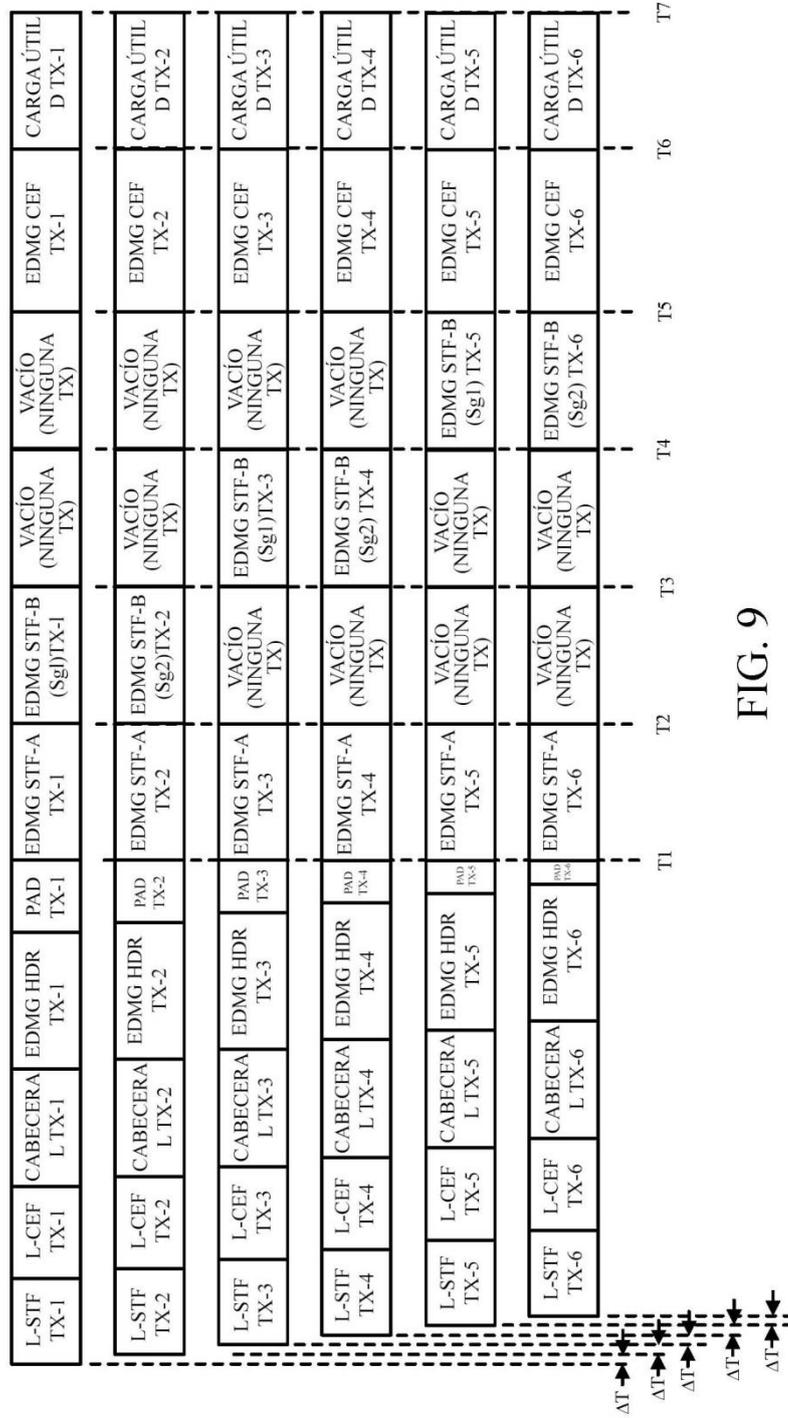


FIG. 9

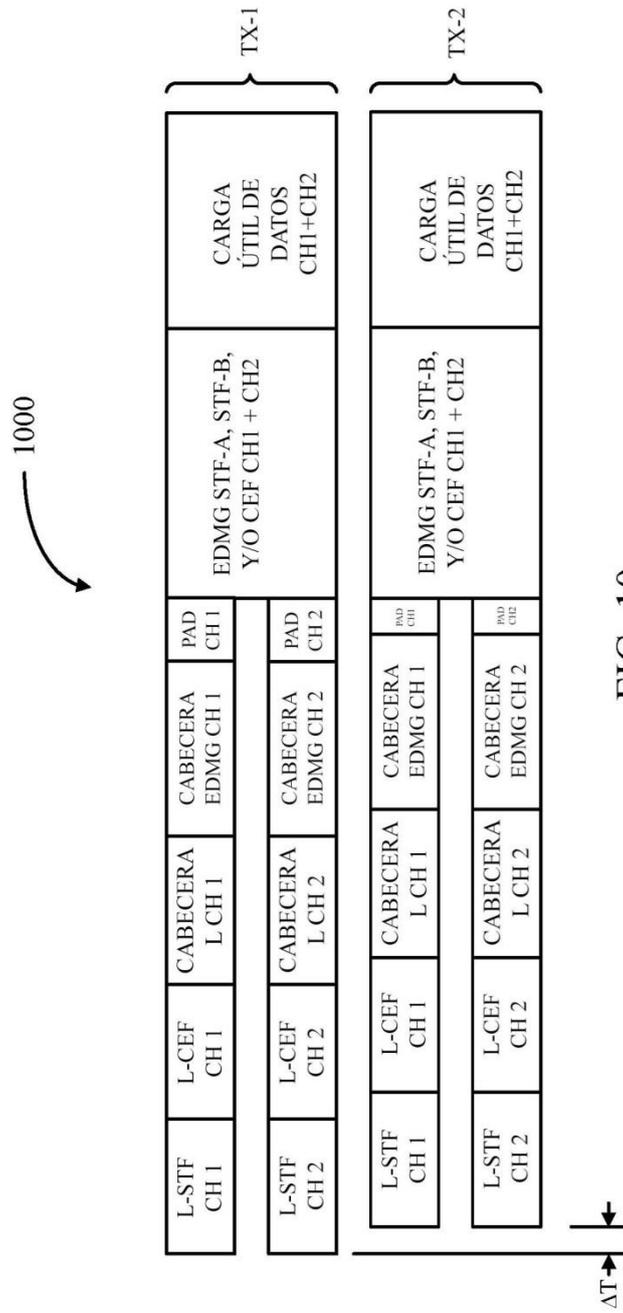


FIG. 10

Índice de cadena de transmisión	CB=1	CB=2	CB=3	CB=4
0	3	3	9	10
1	4	7	11	13
2	6	13	15	17
3	7	42	31	33
4	9	51	50	52
5	11	100	78	79
6	14	121	101	103
7	19	145	150	152
8	22	160	230	232
9	25	300	351	353
10	31	321	420	422
11	55	444	655	657

FIG. 11

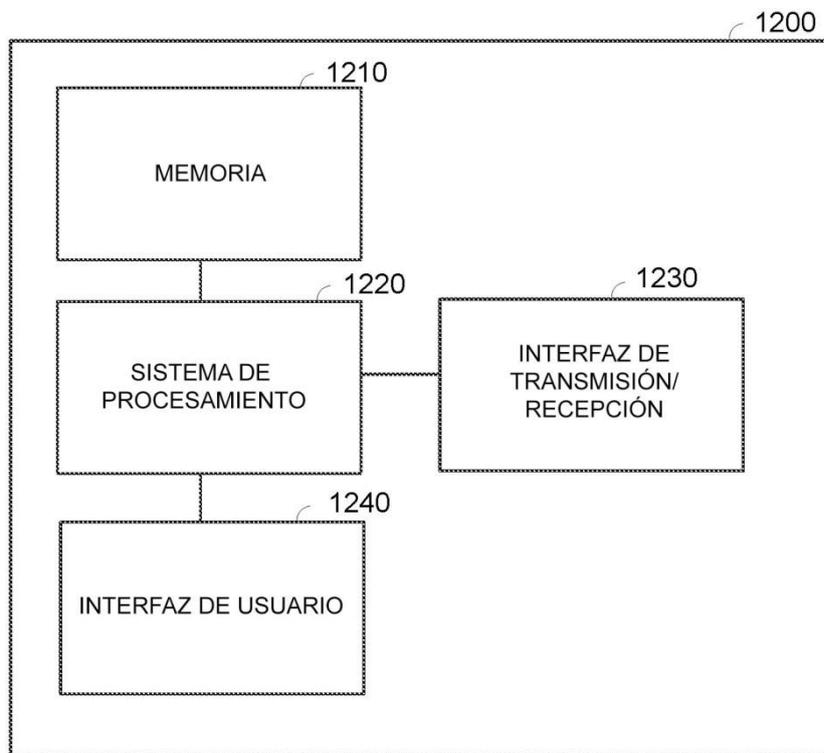


FIG. 12