

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 993 276**

51 Int. Cl.:

H04L 27/26 (2006.01)

H04W 84/12 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.05.2018** **E 22190901 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.08.2024** **EP 4113923**

54 Título: **Determinación de la periodicidad de midámbulo según el formato de PPDU**

30 Prioridad:

26.05.2017 US 201762511914 P

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

26.12.2024

73 Titular/es:

ATLAS GLOBAL TECHNOLOGIES LLC (100.00%)
Suite 101, 4413 Spicewood Springs Road
Austin, TX 78759, US

72 Inventor/es:

NOH, YUJIN y
KWON, YOUNG HOON

74 Agente/Representante:

CURELL SUÑOL, S.L.P.

ES 2 993 276 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

Determinación de la periodicidad de midámbulo según el formato de PPDU

5 **Antecedentes****1. Campo técnico**

10 La tecnología descrita en la presente memoria se refiere, en general, a conexiones en redes inalámbricas. Más particularmente, la tecnología se refiere a la determinación de parámetros de una transmisión recibida en la que se utilizan midámbulos para mejorar la recepción de la transmisión.

2. Descripción de la técnica relacionada

15 En la actualidad, se están desplegando dispositivos de Red de Área Local Inalámbrica (WLAN) en diversos entornos. Algunos de estos entornos presentan un número elevado de puntos de acceso (AP) y estaciones que no son AP en áreas geográficamente limitadas. Adicionalmente, se requiere cada vez más que los dispositivos de WLAN admitan una variedad de aplicaciones, tales como vídeo, acceso a la nube y descarga ("offloading"). En particular, se espera que el tráfico de vídeo sea el tipo de tráfico dominante en muchos de los despliegues de WLAN de alta eficiencia. Con los requisitos de tiempo real de algunas de estas aplicaciones, los usuarios de WLAN exigen un rendimiento mejorado en cuanto a la entrega de sus aplicaciones, incluido un consumo de energía mejorado para dispositivos alimentados por batería.

25 La Parte 11 del IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) está normalizando una WLAN bajo la denominación de "Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications". A medida que la WLAN ha ido evolucionando, se han adoptado una serie de estándares, que incluyen el estándar 802.11TM-2012 (marzo de 2012) del IEEE (802.11n del IEEE). El estándar 802.11 del IEEE se modificó posteriormente con el estándar 802.11aeTM-2012 del IEEE, el estándar 802.11aaTM-2012 del IEEE, el estándar 802.11adTM-2012 del IEEE y el estándar 802.11acTM-2013 del IEEE (802.11ac del IEEE).

30 Recientemente, el grupo de tareas de la 802.11ax del IEEE está desarrollando una modificación centrada en proporcionar una WLAN de Alta Eficiencia (HE) en escenarios de alta densidad. La modificación 802.11ax se centra en mejorar métricas que reflejan la experiencia del usuario, tales como el caudal promedio por estación, el 5.º percentil del caudal por estación de un grupo de estaciones y el caudal por unidad de área. Se pueden realizar mejoras para admitir entornos tales como oficinas empresariales inalámbricas, puntos calientes ("hotspots") en exteriores, apartamentos residenciales con una densidad elevada y estadios.

40 En algunos entornos, las condiciones de los canales pueden cambiar durante la comunicación de una unidad de datos. Por ejemplo, cuando estaciones que no son AP se están moviendo con respecto al AP, el efecto Doppler puede alterar las condiciones del canal. En estos entornos, se pueden insertar midámbulos en una porción de datos de una comunicación para permitir que el dispositivo de recepción lleve a cabo una estimación del canal durante la recepción de la porción de datos. La presencia de midámbulos en la porción de datos puede alterar la forma con la que el dispositivo de recepción determina algunos de los parámetros de la comunicación. El documento US 2013/286961 A1 (VERMANI SAMEER [EE. UU.] ET AL) da a conocer PPDU que comprenden midámbulos en la porción de datos, en las que la periodicidad de midámbulos se selecciona en función de MCS o tiene un valor predefinido.

Sumario

50 Las formas de realización de la solicitud son las definidas en las reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

55 La figura 1 representa una red inalámbrica.

La figura 2 es un diagrama esquemático de un dispositivo inalámbrico, según una forma de realización.

La figura 3A representa componentes de un dispositivo inalámbrico configurado para transmitir datos.

60 La figura 3B representa componentes de un dispositivo inalámbrico configurado para recibir datos.

La figura 4 representa relaciones de los Espacios Intertrama (IFS).

65 La figura 5 representa un procedimiento de transmisión de tramas basado en el Acceso Múltiple con Detección de Portadora/Evitación de Colisiones (CSMA/CA).

La figura 6A representa una Unidad de Datos de Protocolo de PHY (PPDU) de Alta Eficiencia (HE).

La figura 6B muestra una tabla 1 que da a conocer propiedades adicionales de campos de la trama de PPDU de HE de la figura 6A.

La figura 7A representa un formato de una PPDU de Usuario Único (SU) de Alta Eficiencia (HE).

La figura 7B representa un formato de una trama de PPDU Multiusuario (MU) de HE.

La figura 7C representa un formato de una PPDU de SU de Alcance Ampliado (ER) y HE.

La figura 7D representa un formato de una PPDU Basada en una Activación (TB), de HE, 700D.

La figura 8 representa una trama Activación.

La figura 9 representa un campo Info Común.

La figura 10 representa un campo Info de Usuario.

La figura 11 representa una PPDU utilizada cuando el subcampo Doppler se fija a 1.

La figura 12 representa señalización de un formato de PPDU.

La figura 13 representa un proceso para determinar una periodicidad de midámbulos M según el formato de una PPDU.

La figura 14 representa un proceso para determinar una periodicidad de midámbulos M según el formato de una PPDU.

La figura 15 representa un proceso para determinar una periodicidad de midámbulos M según el formato de una PPDU.

La figura 16 representa un proceso para determinar una periodicidad de midámbulos M según el formato de una PPDU.

La figura 17 representa una PPDU que incluye midámbulos.

La figura 18 representa una PPDU que incluye midámbulos.

La figura 19 representa características de una PPDU que incluye midámbulos.

La figura 20 representa una PPDU que incluye midámbulos.

La figura 21 representa un proceso para recibir una PPDU que presenta un campo de datos que incluye midámbulos.

La figura 22 representa un proceso para recibir un campo de datos de una PPDU que incluye midámbulos.

Descripción detallada

La tecnología descrita en la presente memoria se refiere, en general, a conexiones en redes inalámbricas. Más particularmente, la tecnología se refiere a la comunicación de Unidades de Datos de Protocolo de PHY (PPDU) que incluyen campos de datos en las que el campo de datos incluye midámbulos.

En la siguiente descripción detallada se han representado y descrito ciertas formas de realización ilustrativas. Por lo tanto, deben considerarse que los dibujos y la descripción son de carácter ilustrativo y no limitativo. Números de referencia iguales designan elementos iguales en la especificación.

La figura 1 representa una red inalámbrica según una forma de realización. Las redes inalámbricas incluyen un Conjunto Básico de Servicios (BSS) 100 de infraestructura de una Red de Área Local Inalámbrica (WLAN). En una WLAN del 802.11, el BSS proporciona la unidad organizacional básica e incluye, típicamente, un Punto de Acceso (AP) y una o más estaciones (STAs) asociadas.

El primer BSS 100 incluye un Punto de Acceso 102 (al que se hace referencia asimismo como AP) que se comunica de forma inalámbrica con unos primer, segundo, tercer y cuarto dispositivos (o estaciones) 104, 106, 108 y 110 (a los que se hace referencia asimismo como estaciones STA1, STA2, STA3 y STA4, respectivamente). Los

dispositivos inalámbricos pueden incluir, cada uno de ellos, una capa de control de acceso al medio (MAC) y una capa física (PHY) según un estándar 802.11 del IEEE.

Aunque la figura 1 muestra el primer BSS 100 de manera que incluye únicamente de la primera a la cuarta estaciones STA1 a STA4, las formas de realización no se limitan a esto y pueden comprender BSSs que incluyan un número indefinido de estaciones.

El AP 102 es una estación, es decir, una STA, configurada para controlar y coordinar funciones del BSS 100. El AP 102 puede transmitir información a una única estación seleccionada de la pluralidad de estaciones STA1 a STA4 del primer BSS 100 utilizando una única trama, o puede transmitir simultáneamente información a dos o más de las estaciones STA1 a STA4 del primer BSS 100 utilizando una de entre una única trama de difusión de Multiplexado por División Ortogonal de Frecuencia (OFDM), una única transmisión de múltiple entrada múltiple salida multiusuario (MU-MIMO) de OFDM, una única trama de Acceso Múltiple por División Ortogonal de Frecuencia (OFDMA) o una única trama de OFDMA de MU-MIMO.

Las estaciones STA1 a STA4 pueden transmitir, cada una de ellas, datos al AP 102 utilizando una única trama, o transmitir información y recibir información entre sí utilizando una única trama. Dos o más de las estaciones STA1 a STA4 pueden transmitir simultáneamente datos al AP 102 utilizando una trama de OFDMA de Enlace Ascendente (UL), una trama de MU-MIMO de UL o una trama de OFDMA de MU-MIMO de UL.

En otra forma de realización, el AP 102 puede estar ausente y las estaciones STA1 a STA4 pueden estar en una red *ad hoc*.

La figura 1 muestra una primera transmisión de Enlace Descendente (DL) 114 y una primera transmisión de Enlace Ascendente (UL) 112 del primer BSS 100.

Cada una de las estaciones STA1 a STA4 y el AP 102 incluye un procesador y uno o más circuitos transceptores, y puede incluir, además, una interfaz de usuario y un dispositivo de visualización.

El procesador está configurado para generar una trama a transmitir a través de una red inalámbrica, para procesar una trama recibida a través de la red inalámbrica y para ejecutar protocolos de la red inalámbrica. El procesador puede llevar a cabo parte o la totalidad de sus funciones ejecutando instrucciones de programación informática almacenadas en un medio no transitorio legible por ordenador.

El transceptor representa una unidad conectada funcionalmente al procesador y diseñada para transmitir y recibir una trama a través de la red inalámbrica. El transceptor puede incluir un único componente que lleve a cabo las funciones de transmisión y recepción, o dos componentes independientes que lleven a cabo, cada uno de ellos, una de dichas funciones.

El procesador y el transceptor de las estaciones STA1 a STA4 y el AP 102 pueden implementarse, respectivamente, utilizando componentes de *hardware*, componentes de *software* o ambos.

El primer AP 102 puede ser o incluir un router de WLAN, un Punto de Acceso autónomo, un puente de WLAN, un Punto de Acceso Ligero (LWAP) gestionado por un controlador de WLAN y similares. Adicionalmente, un dispositivo tal como un ordenador personal, un ordenador de tipo tableta o un teléfono celular se puede configurar para poder funcionar como AP 102, tal como cuando un teléfono celular se configura para funcionar como un "punto caliente" inalámbrico.

Cada una de las estaciones STA1 a STA4 puede ser o puede incluir un ordenador de sobremesa, un ordenador portátil, un PC de tipo tableta, un teléfono inalámbrico, un teléfono móvil, un teléfono inteligente, un lector de libros electrónicos, un Reproductor Multimedia Portátil (PMP), una consola de juegos portátil, un sistema de navegación, una cámara digital, un reproductor de Radiodifusión Multimedia Digital (DMB), una grabadora de audio digital, un reproductor de audio digital, una grabadora de imágenes digitales, un reproductor de imágenes digitales, una grabadora de vídeo digital, un reproductor de vídeo digital y similares.

La presente divulgación se puede aplicar a sistemas de WLAN según estándares 802.11 del IEEE, pero las formas de realización no se limitan a ello.

En los estándares 802.11 del IEEE, las tramas intercambiadas entre estaciones (incluidos puntos de acceso) se clasifican en tramas de gestión, tramas de control y tramas de datos. Una trama de gestión puede ser una trama utilizada para intercambiar información de gestión que no se reenvía a una capa superior de una pila de protocolos de comunicación. Una trama de control puede ser una trama utilizada para controlar el acceso a un medio. Una trama de datos puede ser una trama utilizada para transmitir datos a reenviar a la capa superior de la pila de protocolos de comunicación.

El tipo y subtipo de una trama se pueden identificar utilizando un campo de tipo y/o un campo de subtipo incluidos

en un campo de control de la trama, según se establezca en el estándar aplicable.

La figura 2 representa un diagrama de bloques esquemático de un dispositivo inalámbrico 200 según una forma de realización. El dispositivo inalámbrico o de WLAN 200 puede estar incluido en el AP 102 o en cualquiera de las estaciones STA1 a STA4 de la figura 1. El dispositivo de WLAN 200 incluye un procesador de banda base 210, un transceptor de radiofrecuencia (RF) 240, una unidad de antena 250, un dispositivo de almacenamiento (por ejemplo, memoria) 232, una o más interfaces de entrada 234 y una o más interfaces de salida 236. El procesador de banda base 210, la memoria 232, las interfaces de entrada 234, las interfaces de salida 236 y el transceptor de RF 240 pueden comunicarse entre sí mediante un bus 260.

El procesador de banda base 210 lleva a cabo un procesamiento de señales de banda base, e incluye un procesador de MAC 212 y un procesador de PHY 222. El procesador de banda base 210 puede utilizar la memoria 232, que puede incluir un medio no transitorio legible por ordenador que presenta *software* (por ejemplo, instrucciones de programación informática) y datos almacenados en el mismo.

En una forma de realización, el procesador de MAC 212 incluye una unidad de procesamiento de *software* de MAC 214 y una unidad de procesamiento de *hardware* de MAC 216. La unidad de procesamiento de *software* de MAC 214 puede implementar una primera pluralidad de funciones de la capa de MAC ejecutando *software* de MAC, que puede estar incluido en el *software* almacenado en la memoria 232. La unidad de procesamiento de *hardware* de MAC 216 puede implementar una segunda pluralidad de funciones de la capa de MAC en *hardware* de propósito especial. No obstante, el procesador de MAC 212 no se limita a esto. Por ejemplo, según una de las implementaciones el procesador de MAC 212 puede estar configurado para llevar a cabo la primera y segunda pluralidad de funciones completamente en *software* o completamente en *hardware*.

El procesador de PHY 222 incluye una unidad de procesamiento de señales (SPU) de transmisión 224 y una SPU de recepción 226. El procesador de PHY 222 implementa una pluralidad de funciones de la capa PHY. Según una de las implementaciones, estas funciones pueden llevarse a cabo en *software*, *hardware* o una combinación de los mismos.

Las funciones llevadas a cabo por la SPU de transmisión 224 pueden incluir una o más de codificación de Corrección de Errores hacia Delante (FEC), análisis sintáctico de flujos continuos para obtener uno o más flujos continuos espaciales, codificación, por diversidad, de los flujos continuos espaciales para obtener una pluralidad de flujos continuos espaciotemporales, mapeo espacial de los flujos continuos espaciotemporales con cadenas de transmisión, cálculo de Transformada inversa de Fourier (iFT), inserción de Prefijos Cíclicos (CP) para crear un Intervalo de Guarda (GI) y similares. Las funciones llevadas a cabo por la SPU de recepción 226 pueden incluir inversas de las funciones llevadas a cabo por la SPU de transmisión 224, tales como eliminación de GI, cálculo de Transformada de Fourier y similares.

El transceptor de RF 240 incluye un transmisor de RF 242 y un receptor de RF 244. El transceptor de RF 240 está configurado para transmitir una primera información recibida del procesador de banda base 210 a la WLAN, y proporcionar una segunda información recibida de la WLAN al procesador de banda base 210.

La unidad de antena 250 incluye una o más antenas. Cuando se utiliza Entrada Múltiple-Salida Múltiple (MIMO) o MIMO Multiusuario (MU-MIMO), la unidad de antena 250 puede incluir una pluralidad de antenas. En una forma de realización, las antenas de la unidad de antena 250 pueden funcionar como una agrupación de antenas con conformación de haz. En una forma de realización, las antenas de la unidad de antena 250 pueden ser antenas direccionales, que pueden ser fijas u orientables.

Las interfaces de entrada 234 reciben información de un usuario, y las interfaces de salida 236 dan salida a información hacia el usuario. Las interfaces de entrada 234 pueden incluir uno o más de un teclado, un teclado numérico, un ratón, una pantalla táctil, un micrófono y similares. Las interfaces de salida 236 pueden incluir uno o más de un dispositivo de visualización, una pantalla táctil, un altavoz y similares.

Según se describe en la presente memoria, muchas funciones del dispositivo de WLAN 200 pueden implementarse bien en *hardware* o bien en *software*. Las funciones que se implementan en *software* y las que se implementan en *hardware* variarán según restricciones impuestas sobre el diseño. Las restricciones pueden incluir una o más de coste del diseño, coste de fabricación, tiempo hasta la comercialización, consumo de energía, tecnología de semiconductores disponible, y otros.

Según se describe en la presente memoria, para implementar las funciones de los componentes del dispositivo de WLAN 200 se puede utilizar una amplia variedad de dispositivos electrónicos, circuitos, *firmware*, *software* y combinaciones de los mismos. Además, el dispositivo de WLAN 200 puede incluir otros componentes, tales como procesadores de aplicaciones, interfaces de almacenamiento, circuitos generadores de relojes, circuitos de suministro de alimentación y similares, que se han omitido en aras de la brevedad.

La figura 3A representa componentes de un dispositivo inalámbrico configurado para transmitir datos según una

forma de realización, que incluye una SPU de Transmisión (Tx) (TxSP) 324, un transmisor de RF 342 y una antena 352. En una forma de realización, la TxSP 324, el transmisor de RF 342 y la antena 352 se corresponden, respectivamente, con la SPU de transmisión 224, el transmisor de RF 242 y una antena de la unidad de antena 250 de la figura 2.

La TxSP 324 incluye un codificador 300, un intercalador 302, un mapeador 304, un módulo de transformada inversa de Fourier (IFT) 306 y un insertador de intervalos de guarda (GI) 308.

El codificador 300 recibe y codifica datos de entrada DATOS. En una forma de realización, el codificador 300 incluye un codificador de corrección de errores hacia delante (FEC). El codificador de FEC puede incluir un codificador de código convolucional binario (BCC) seguido de un dispositivo de truncamiento. El codificador de FEC puede incluir un codificador de comprobación de paridad de baja densidad (LDPC).

La TxSP 324 puede incluir, además, un aleatorizador ("scrambler") para codificar por aleatorización los datos de entrada antes de que el codificador 300 lleve a cabo la codificación para reducir la probabilidad de secuencias largas de 0s o 1s. Cuando el codificador 300 lleva a cabo la codificación de BCC, la TxSP 324 puede incluir, además, un analizador sintáctico para codificadores con el fin de demultiplexar los bits codificados por aleatorización de entre una pluralidad de codificadores de BCC. Si en el codificador se utiliza codificación de LDPC, puede que la TxSP 324 no utilice el analizador sintáctico para codificadores.

El intercalador 302 intercala los bits de cada flujo continuo al que se da salida desde el codificador 300 para cambiar el orden de sus bits. El intercalador 302 puede aplicar la intercalación solo cuando el codificador 300 lleva a cabo la codificación de BCC y, en otros casos, puede entregar la salida de flujo continuo del codificador 300 sin cambiar el orden de sus bits.

El mapeador 304 mapea la secuencia de bits a los que se da salida desde el intercalador 302 con puntos de constelación. Si el codificador 300 llevó a cabo una codificación de LDPC, el mapeador 304 asimismo puede llevar a cabo un mapeo de tonos de LDPC además del mapeo de la constelación.

Cuando la TxSP 324 lleva a cabo una transmisión de MIMO o MU-MIMO, la TxSP 324 puede incluir una pluralidad de intercaladores 302 y una pluralidad de mapeadores 304 según el número de flujos continuos espaciales (NSS) de la transmisión. La TxSP 324 puede incluir, además, un analizador sintáctico de flujos continuos para dividir la salida del codificador 300 en bloques y puede enviar, respectivamente, los bloques a diferentes intercaladores 302 o mapeadores 304. La TxSP 324 puede incluir, además, un codificador de codificación espaciotemporal por bloques (STBC) para extender los puntos de la constelación de los flujos continuos espaciales en un número de flujos continuos espaciotemporales (NSTS) y un mapeador espacial para mapear los flujos continuos espaciotemporales con cadenas de transmisión. El mapeador espacial puede utilizar mapeo directo, expansión espacial o conformación de haz.

El IFT 306 convierte un bloque de la salida de puntos de constelación del mapeador 304 (o, cuando se aplica MIMO o MU-MIMO, el mapeador espacial) en un bloque de dominio del tiempo (es decir, un símbolo) utilizando una transformada discreta inversa de Fourier (IDFT) o una transformada rápida inversa de Fourier (IFFT). Si se utilizan el codificador de STBC y el mapeador espacial, el IFT 306 se puede proporcionar para cada cadena de transmisión.

Cuando la TxSP 324 lleva a cabo una transmisión de MIMO o MU-MIMO, la TxSP 324 puede insertar diversidades de desplazamiento cíclico (CSDs) para evitar conformaciones de haz no intencionadas. La TxSP 324 puede llevar a cabo la inserción de la CSD antes o después del IFT 306. La CSD puede especificarse por cadena de transmisión o puede especificarse por flujo continuo espaciotemporal. Alternativamente, la CSD puede aplicarse como parte del mapeador espacial.

Cuando la TxSP 324 lleva a cabo una transmisión de MIMO o MU-MIMO, se pueden proporcionar para cada usuario algunos bloques antes del mapeador espacial.

El insertador de GI 308 antepone un GI a cada símbolo producido por el IFT 306. Cada GI puede incluir un Prefijo Cíclico (CP) correspondiente a una porción repetida del final del símbolo al que precede el GI. La TxSP 324 puede llevar a cabo, opcionalmente, un enventanado para suavizar bordes de cada símbolo después de insertar el GI.

El transmisor de RF 342 convierte los símbolos en una señal de RF y transmite la señal de RF mediante la antena 352. Cuando la TxSP 324 lleva a cabo una transmisión de MIMO o MU-MIMO, el insertador de GI 308 y el transmisor de RF 342 se pueden proporcionar para cada cadena de transmisión.

La figura 3B representa componentes de un dispositivo inalámbrico configurado para recibir datos según una forma de realización, que incluye una SPU Receptora (Rx) (RxSP) 326, un receptor de RF 344 y una antena 354. En una forma de realización, la RxSP 326, el receptor de RF 344 y la antena 354 se pueden corresponder, respectivamente, con la SPU de recepción 226, el receptor de RF 244 y una antena de la unidad de antena 250 de la figura 2.

La RxSP 326 incluye un eliminador de GI 318, un módulo de transformada de Fourier (FT) 316, un desmapeador 314, un desintercalador 312 y un decodificador 310.

- 5 El receptor de RF 344 recibe una señal de RF mediante la antena 354 y convierte la señal de RF en símbolos. El eliminador de GI 318 elimina el GI de cada uno de los símbolos. Cuando la transmisión recibida es una transmisión de MIMO o MU-MIMO, el receptor de RF 344 y el eliminador de GI 318 pueden proporcionarse para cada cadena de recepción.
- 10 El FT 316 convierte cada símbolo (es decir, cada bloque en el dominio del tiempo) en un bloque, en el dominio de la frecuencia, de puntos de constelación utilizando una transformada discreta de Fourier (DFT) o una transformada rápida de Fourier (FFT). El FT 316 se puede proporcionar para cada cadena de recepción.
- 15 Cuando la transmisión recibida es la transmisión de MIMO o MU-MIMO, la RxSP 326 puede incluir un desmapeador espacial para convertir las salidas respectivas de los FTs 316 de las cadenas receptoras en puntos de constelación de una pluralidad de flujos continuos espaciotemporales, y un decodificador de STBC para invertir la extensión de los puntos de constelación de los flujos continuos espaciotemporales en uno o más flujos continuos espaciales.
- 20 El desmapeador 314 desmapea los puntos de constelación a los que da salida el FT 316 o el decodificador de STBC en flujos continuos de bits. Si la transmisión recibida se codificó utilizando la codificación de LDPC, el desmapeador 314 puede llevar a cabo, además, un desmapeo de tonos de LDPC antes de llevar a cabo el desmapeo de la constelación.
- 25 El desintercalador 312 desintercala los bits de cada flujo continuo al que da salida el desmapeador 314. El desintercalador 312 puede llevar a cabo la desintercalación solamente cuando la transmisión recibida se codificó utilizando la codificación de BCC, y, en el resto de casos, puede entregar el flujo continuo al que da salida el desmapeador 314 sin llevar a cabo la desintercalación.
- 30 Cuando la transmisión recibida es la transmisión de MIMO o MU-MIMO, la RxSP 326 puede utilizar una pluralidad de desmapeadores 314 y una pluralidad de desintercaladores 312 correspondientes al número de flujos continuos espaciales de la transmisión. En este caso, la RxSP 326 puede incluir, además, un reconstructor ("deparser") de flujos continuos para combinar los flujos continuos a los que se da salida desde los desintercaladores 312.
- 35 El decodificador 310 decodifica los flujos continuos a los que se da salida desde el desintercalador 312 o el reconstructor de flujos continuos. En una forma de realización, el decodificador 312 incluye un decodificador de FEC. El decodificador de FEC puede incluir un decodificador de BCC o un decodificador de LDPC.
- 40 La RxSP 326 puede incluir, además, un desaleatorizador para desaleatorizar los datos decodificados. Cuando el decodificador 310 lleva a cabo la decodificación de BCC, la RxSP 326 puede incluir, además, un reconstructor de codificadores con el fin de multiplexar los datos decodificados por una pluralidad de decodificadores de BCC. Cuando el decodificador 310 lleva a cabo la decodificación de LDPC, la RxSP 326 puede no utilizar el reconstructor de codificadores.
- 45 Antes de llevar a cabo una transmisión, los dispositivos inalámbricos, tales como el dispositivo inalámbrico 200, evaluarán la disponibilidad del medio inalámbrico utilizando una Valoración de Canal Despejado (CCA). Si el medio está ocupado, la CCA puede determinar que está ocupado, mientras que si el medio está disponible, la CCA determina que está en reposo.
- 50 La entidad de PHY para el estándar 802.11 del IEEE se basa en el Multiplexado por División Ortogonal de Frecuencia (OFDM) o el Acceso Múltiple por División Ortogonal de Frecuencia (OFDMA). En las capas Físicas (PHY) bien de OFDM o bien de OFDMA, una STA es capaz de transmitir y recibir Unidades de Datos de Protocolo de Capa Física (PPDU) que se ajustan a las especificaciones obligatorias de la PHY. Una de las especificaciones de la PHY define un conjunto de Esquemas de Modulación y Codificación (MCS) y un número máximo de flujos continuos espaciales. Algunas entidades de PHY definen transmisiones Multiusuario (MU) de enlace descendente (DL) y enlace ascendente (UL) que presentan un número máximo de flujos continuos espaciotemporales (STS) por usuario y usan hasta un número total predeterminado de STSs.
- 55 La figura 4 representa las relaciones del Espacio Intertrama (IFS). La figura 4 representa un IFS Corto (SIFS), un IFS de Función de Coordinación Puntual (PCF) (PIFS), un IFS de Función de Coordinación Distribuida (DCF) (DIFS) y un IFS de Arbitraje en correspondencia con una Categoría de Acceso (AC) 'i' (AIFS[i]). La figura 4 asimismo representa el tiempo de una ranura.
- 60 Una trama de datos se utiliza para la transmisión de datos reenviados a una capa superior. El dispositivo de WLAN transmite la trama de datos después de realizar un desistimiento ("backoff") si ha transcurrido un DIFS en el que el medio ha estado en reposo en dicho DIFS.
- 65

Una trama de gestión se utiliza para intercambiar información de gestión, la cual no se reenvía a la capa superior. Las tramas subtipo de la trama de gestión incluyen una trama de baliza, una trama de solicitud/respuesta de asociación, una trama de solicitud/respuesta de sondeo y una trama de solicitud/respuesta de autenticación.

- 5 Una trama de control se utiliza para controlar el acceso al medio. Las tramas subtipo de la trama de control incluyen una trama de solicitud de envío (RTS), una trama de permiso para enviar (CTS) y una trama de acuse de recibo (ACK).

10 Cuando la trama de control no es una trama de respuesta de otra trama, el dispositivo de WLAN transmite la trama de control después de realizar un desistimiento si ha transcurrido un DIFS en el cual el medio ha estado en reposo en dicho DIFS. Cuando la trama de control es la trama de respuesta de otra trama, el dispositivo de WLAN transmite la trama de control después de que haya transcurrido un SIFS sin llevar a cabo ningún desistimiento o comprobación de si el medio está en reposo.

15 Un dispositivo de WLAN que admite una funcionalidad de Calidad de Servicio (QoS) (es decir, una estación de QoS) puede transmitir la trama después de llevar a cabo un desistimiento si ha transcurrido un AIFS para una categoría de acceso (AC) asociada, (AIFS[AC]). Cuando es transmitida por la estación de QoS, cualquiera de la trama de datos, la trama de gestión y la trama de control que no sea la trama de respuesta puede utilizar el AIFS[AC] de la AC de la trama transmitida.

20 Un dispositivo de WLAN puede llevar a cabo un procedimiento de desistimiento cuando el dispositivo de WLAN que está listo para transferir una trama descubre que el medio está ocupado. Adicionalmente, un dispositivo de WLAN que funciona según los estándares 802.11n y 802.11ac del IEEE puede llevar a cabo el procedimiento de desistimiento cuando el dispositivo de WLAN infiere que ha fallado la transmisión de una trama por parte del dispositivo de WLAN.

25 El procedimiento de desistimiento incluye determinar un tiempo de desistimiento aleatorio compuesto por N ranuras de desistimiento, presentando cada ranura de desistimiento una duración igual a un tiempo de una ranura y siendo N un número entero superior o igual a cero. El tiempo de desistimiento se puede determinar en concordancia con la longitud de una Ventana de Contienda (CW). En una forma de realización, el tiempo de desistimiento se puede determinar en concordancia con la AC de la trama. Todas las ranuras de desistimiento se producen después de un periodo de DIFS o IFS Extendido (EIFS) durante el cual se determina que el medio está en reposo mientras dure el periodo.

30 Cuando el dispositivo de WLAN no detecta ninguna actividad en el medio mientras dure una ranura de desistimiento particular, el procedimiento de desistimiento decrementará el tiempo de desistimiento en correspondencia con el tiempo de ranura. Cuando la WLAN determina que el medio está ocupado durante una ranura de desistimiento, el procedimiento de desistimiento se suspende hasta que se determine nuevamente que el medio está en reposo mientras dura un periodo de DIFS o EIFS. El dispositivo de WLAN puede llevar a cabo una transmisión o retransmisión de la trama cuando el temporizador de desistimiento llegue a cero.

35 El procedimiento de desistimiento funciona de manera que cuando múltiples dispositivos de WLAN están cediendo y ejecutan el procedimiento de desistimiento, cada dispositivo de WLAN puede seleccionar un tiempo de desistimiento usando una función aleatoria, y el dispositivo de WLAN que seleccione el tiempo de desistimiento más pequeño puede ganar la contienda, reduciendo la probabilidad de una colisión.

40 La figura 5 representa un procedimiento de transmisión de tramas basado en Acceso Múltiple con Detección de Portadora/Evitación de Colisiones (CSMA/CA) para evitar colisiones entre tramas en un canal según una forma de realización. La figura 5 muestra una primera estación STA1 que transmite datos, una segunda estación STA2 que recibe los datos y una tercera estación STA3 que puede estar ubicada en un área en la que se puede recibir una trama transmitida desde la STA1, una trama transmitida desde la segunda estación STA2 o ambas. Las estaciones STA1, STA2 y STA3 pueden ser dispositivos de WLAN.

45 La STA1 puede determinar si el canal está ocupado mediante detección de portadora. La STA1 puede determinar la ocupación del canal basándose en un nivel de energía del canal o una autocorrelación de señales del canal, o puede determinar la ocupación del canal utilizando un temporizador de un vector de asignación de red (NAV).

50 Después de determinar que el canal no es utilizado por otros dispositivos (es decir, que el canal está EN REPOSO) durante un DIFS (y, si es necesario, realizar un desistimiento), la STA1 puede transmitir una trama de Preparado Para Enviar (RTS) a la segunda estación STA2. Al recibir la trama de RTS, después de un SIFS, la segunda estación STA2 puede transmitir una trama de Permiso Para Enviar (CTS) como respuesta de la trama de RTS. Si está habilitado el CTS Dual y la segunda estación STA2 es un AP, el AP puede enviar dos tramas de CTS como respuesta a la trama de RTS: una primera trama de CTS en el formato de no HT heredado y una segunda trama de CTS en el formato de HT.

55 Cuando la tercera estación STA3 recibe la trama de RTS, puede fijar un temporizador de NAV de la tercera estación

STA3 en correspondencia con una duración de transmisión de tramas transmitidas posteriormente (por ejemplo, una duración de SIFS + duración de trama de CTS + SIFS + duración de trama de datos + SIFS + duración de trama de ACK) utilizando información de duración incluida en la trama de RTS. Cuando la tercera estación STA3 recibe la trama de CTS, puede fijar el temporizador de NAV de la tercera estación STA3 en correspondencia con una duración de transmisión de tramas transmitidas posteriormente utilizando información de duración incluida en la trama de CTS. Al recibir una trama nueva antes de que expire el temporizador de NAV, la tercera estación STA3 puede actualizar el temporizador de NAV de la tercera estación STA3 utilizando información de duración incluida en la trama nueva. La tercera estación STA3 no intenta acceder al canal hasta que expire el temporizador de NAV.

Cuando la STA1 recibe la trama de CTS de la segunda estación STA2, puede transmitir una trama de datos a la segunda estación STA2 después de que transcurra el SIFS desde el momento en el que se ha recibido la trama de CTS en su totalidad. Al producirse la recepción exitosa de la trama de datos, la segunda estación STA2 puede transmitir una trama de ACK como respuesta de la trama de datos después de que transcurra el SIFS.

Cuando expira el temporizador de NAV, la tercera estación STA3 puede determinar si el canal está ocupado utilizando la detección de portadora. Al determinar que el canal no es utilizado por otros dispositivos durante un DIFS después de que el temporizador de NAV haya expirado, la tercera estación STA3 puede intentar acceder al canal después de que transcurra una ventana de contiendas en concordancia con un proceso de desistimiento.

Cuando está habilitado el CTS Dual, una estación que ha obtenido una oportunidad de transmisión (TXOP) y que no presenta datos para transmitir puede transmitir una trama de Fin de CF para acortar la TXOP. Un AP que recibe una trama de Fin de CF que presenta un Identificador de Conjunto Básico de Servicios (BSSID) del AP como dirección de destino puede responder transmitiendo dos tramas de Fin de CF más: una primera trama de Fin de CF que utiliza Codificación Espaciotemporal por Bloques (STBC) y una segunda trama de Fin de CF que no utiliza STBC. Una estación que recibe una trama de Fin de CF reinicializa su temporizador de NAV a 0 al final de la PPDU que contiene la trama de Fin de CF.

La figura 5 muestra la segunda estación STA2 transmitiendo una trama de ACK para acusar recibo exitoso de una trama por parte del destinatario.

La entidad de PHY para el estándar 802.11 del IEEE se basa en el Multiplexado por División Ortogonal de Frecuencia (OFDM) o el Acceso Múltiple por División Ortogonal de Frecuencia (OFDMA). En las capas Físicas (PHY) bien de OFDM o bien de OFDMA, una STA es capaz de transmitir y recibir Unidades de Datos de Protocolo de PHY (PPDU) que se ajustan a las especificaciones obligatorias de la PHY.

Una entidad de PHY puede proporcionar soporte para anchos de canal contiguos de 20 MHz, 40 MHz, 80 MHz y 160 MHz y soporte para un ancho de canal no contiguo de 80+80 MHz. Cada canal incluye una pluralidad de subportadoras, a las que asimismo se les puede hacer referencia como tonos.

Una entidad de PHY puede definir campos designados como Señal Heredada (L-SIG), Señal A (SIG-A) y Señal B (SIG-B) dentro de los cuales se comunica cierta información necesaria sobre atributos de las Unidades de Datos de Servicio de PHY (PSDU). Por ejemplo, una entidad de PHY de Alta Eficiencia (HE) puede definir un campo L-SIG, un campo Señal A de HE (HE-SIG-A) y un campo Señal B de HE (HE-SIG-B).

Las siguientes descripciones, con fines integradores y para abreviar, se refieren a la tecnología 802.11 basada en OFDM. A no ser que se indique lo contrario, estación se refiere a una STA de HE no AP, y AP se refiere a un AP de HE.

En el estándar 802.11ac del IEEE, los campos SIG-A y SIG-B se denominan campos SIG-A de VHT y SIG-B de VHT. En adelante en la presente memoria, a los campos SIG-A y SIG-B del estándar 802.11ax del IEEE se les hace referencia, respectivamente, como campos HE-SIG-A y HE-SIG-B.

La figura 6A representa una PPDU de HE 600 según una forma de realización. Una estación de transmisión genera la trama de PPDU de HE 600 y la transmite a una o más estaciones de recepción. Las estaciones de recepción reciben, detectan y procesan la trama de PPDU de HE 600.

La trama de PPDU de HE 600 incluye un Campo de Entrenamiento Corto Heredado (L-STF) 602, un Campo de Entrenamiento Largo Heredado (es decir, No de Alto Caudal (Non-HT)) (L-LTF) 604, un campo Señal Heredada (L-SIG) 606, que comprenden conjuntamente un preámbulo heredado 601 y un campo L-SIG Repetida (RL-SIG) 608. El L-STF 604 de la PPDU de HE presenta una periodicidad de 0.8 μ s con 10 periodos.

La trama de PPDU de HE 600 asimismo incluye un campo Señal A de HE (HE-SIG-A) 610, un campo Señal B de HE (HE-SIG-B) 612, un HE-STF 614, un HE-LTF 616 y un campo Datos de HE 618. En una forma de realización, la trama de PPDU de HE 600 incluye una pluralidad de campos HE-SIG-B 612 correspondientes a diferentes canales, y pluralidades respectivas de campos HE-STF 614, HE-LTF 616 y Datos de HE 618 correspondientes a diferentes canales o unidades de recursos.

El preámbulo heredado 601, el campo RL-SIG 608, el campo HE-SIG-A 610 y el campo HE-SIG-B 612, cuando están presentes, comprenden una primera parte de la trama de PPDU de HE 600. En una forma de realización, la primera parte de la trama de PPDU de HE 600 se decodifica utilizando una Transformada Discreta de Fourier (DFT) de 64 elementos, que presenta una separación entre subportadoras básica de 312.5 KHz.

El campo HE-SIG-A 610 se duplica en cada segmento de 20 MHz después del preámbulo heredado para indicar información de control común. El campo HE-SIG-A 610 incluye una pluralidad de símbolos de HE-SIG-A de OFDM 620 que presenta, cada uno de ellos, una duración (incluido un Intervalo de Guarda (GI)) de 4 μ s. Se determina que el número de los símbolos de HE-SIG-A 620 en el campo HE-SIG-A 610 es o bien 2 o bien 4 dependiendo del tipo de la PPDU de HE 600. En una forma de realización, un campo HE-SIG-A 610 de una PPDU de usuario único (SU) de alcance ampliado y HE incluye 4 símbolos de HE-SIG-A 620, y los campos HE-SIG-A 610 de otros tipos de PPDU de HE incluyen 2 símbolos de HE-SIG-A 620.

El campo HE-SIG-B 612 se incluye en PPDU(s) Multiusuario (MU) de HE. El campo HE-SIG-B 612 incluye una pluralidad de símbolos de HE-SIG-B de OFDM 622 que presentan, cada uno de ellos, una duración que incluye un GI de 4 μ s. En algunas formas de realización, una o más de las PPDU de SU de HE, las PPDU basadas en una Activación, de HE, y las PPDU de SU de Alcance Ampliado y HE no incluyen el campo HE-SIG-B 612. El número de los símbolos de HE-SIG-B 622 en el campo HE-SIG-B 612 se indica con $N_{HE-SIG-B}$ en el campo HE-SIG-A 610 y es variable.

Cuando la PPDU de HE 600 presenta un ancho de banda de 40 MHz o más, el campo HE-SIG-B 612 puede transmitirse en los primer y segundo canales de HE-SIG-B 1 y 2. Al campo HE-SIG-B del canal de HE-SIG-B 1 se le hace referencia como campo HE-SIG-B 1, y al campo HE-SIG-B del canal de HE-SIG-B 2 se le hace referencia como campo HE-SIG-B2. El campo HE-SIG-B 1 y el campo HE-SIG-B2 se comunican utilizando diferentes anchos de banda de 20 MHz de la PPDU de HE 600 y pueden contener información diferente. En la presente memoria, el término "campo HE-SIG-B" puede referirse a un campo HE-SIG-B de una PPDU de 20 MHz, o a uno o ambos de un campo HE-SIG-B 1 o un campo HE-SIG-B2 de una PPDU de 40 MHz o más.

Un HE-STF 614 de una PPDU no basada en una activación presenta una periodicidad de 0.8 μ s con 5 periodos. Una PPDU no basada en una activación es una PPDU que no se envía como respuesta a una trama de activación. Un HE-STF 614 de una PPDU basada en una activación presenta una periodicidad de 1.6 μ s con 5 periodos. Las PPDU basadas en una activación incluyen PPDU de UL enviadas como respuesta a tramas de activación respectivas.

El HE-LTF 616 incluye uno o más símbolos de HE-LTF de OFDM 626 que presentan, cada uno de ellos, una duración de 12.8 μ s más un Intervalo de Guarda (GI). La trama de PPDU de HE 600 puede admitir un modo 2xLTF y un modo 4xLTF. En el modo 2xLTF, un símbolo de HE-LTF 626, excluido un Intervalo de Guarda (GI), es equivalente a modular uno de cada dos tonos en un símbolo de OFDM de 12.8 μ s excluido el GI y a continuación eliminar la segunda mitad del símbolo de OFDM en un dominio del tiempo. El número de los símbolos de HE-LTF 626 del campo HE-LTF 616 se indica con N_{HE-LTF} y es igual a 1, 2, 4, 6 u 8.

El campo Datos de HE 618 incluye uno o más símbolos de Datos de HE de OFDM 628 que presentan, cada uno de ellos, una duración de 12.8 μ s más un Intervalo de Guarda (GI). El número de los símbolos de Datos de HE 628 en el campo Datos de HE 618 se indica con N_{DATOS} y es variable.

La figura 6B muestra una tabla 1 que indica propiedades adicionales de los campos de la trama de PPDU de HE 600 de la figura 6A, según una forma de realización.

Las siguientes descripciones, con fines integradores y para abreviar, se refieren a la tecnología 802.11 basada en OFDMA. A no ser que se indique lo contrario, estación se refiere a una STA de HE que no es AP, y un AP se refiere a un AP de HE.

En la presente divulgación, transmisión multiusuario (MU) se refiere a casos en los que se transmiten múltiples tramas hacia o desde múltiples STAs simultáneamente utilizando diferentes recursos, en los que los ejemplos de diferentes recursos incluyen diferentes recursos de frecuencia en una transmisión de OFDMA y diferentes flujos continuos espaciales en una transmisión de MU-MIMO. Por lo tanto, DL-OFDMA, DL-MU-MIMO, UL-OFDMA y UL-MU-MIMO son ejemplos de una transmisión MU.

Por diversos motivos, el estándar 802.11ax del IEEE puede requerir más mecanismos de protección para una transmisión MU que la MU-MIMO de DL definida en el estándar 802.11ac del IEEE. El primer motivo es que el escenario operativo del estándar 802.11ax del IEEE es diferente, ya que abarca entornos inalámbricos más densos y soporte en exteriores. Asimismo, la cobertura de un BSS del estándar 802.11ax del IEEE puede ser físicamente mayor en comparación con un BSS del estándar 802.11ac del IEEE. Ambos factores mencionados crean una necesidad de mecanismos de protección más robustos.

El segundo motivo que el estándar 802.11ax del IEEE admite no solo una transmisión MU de DL sino asimismo una transmisión MU de UL. En el caso de la transmisión MU de UL, como el número de tramas que se podría transmitir desde cada STA es mayor, requiere más protección con respecto a otras STAs de transmisión cercanas. Otro motivo es que, en un entorno del estándar 802.11ax del IEEE, un AP puede que desee tener más control del medio mediante el uso de mecanismos de acceso planificados, lo cual puede implicar un uso más frecuente de transmisiones de OFDMA/MU-MIMO.

Las PPDU MU de UL (MU-MIMO u OFDMA) se envían como respuesta a una trama Activación enviada por el AP. La trama Activación puede tener suficiente información específica de STA y unidades de recursos asignadas respectivas para identificar las STAs que se supone que transmitirán PPDU MU de UL.

El estándar 802.11ax del IEEE define cuatro formatos de PPDU de HE, representados en las figuras 7A a 7D: PPDU de SU de HE, PPDU MU de HE, PPDU de SU de alcance ampliado y HE y PPDU Basada en una Activación (TB), de HE. Los elementos de las figuras 7A a 7D que presentan caracteres de referencia de la forma 7xx son sustancialmente similares a los elementos de la figura 6A que presentan caracteres de referencia de la forma 6xx, y por lo tanto, sus descripciones se omiten por motivos de brevedad. Las tramas representadas en las figuras 7A a 7D asimismo incluyen una Extensión de Paquete (PE) 730.

La figura 7A representa un formato de una PPDU de Usuario Único (SU) de Alta Eficiencia (HE) 700A según una forma de realización. La PPDU de SU de HE 700A se utiliza para transmisiones de SU y en este formato el campo HE-SIG-A 710 no se repite. La PPDU de SU de HE 700A no presenta ningún campo HE-SIG-B.

La figura 7B representa un formato de una trama de PPDU Multiusuario (MU) de HE 700B según una forma de realización. Este formato se utiliza para transmisiones MU que no son una respuesta de una trama Activación. En este formato existe presencia de un campo HE-SIG-B 712. Se puede determinar el número de símbolos en el campo HE-SIG-B 712 en concordancia con información que está en el campo HE-SIG-A 710 (por ejemplo, una indicación de compresión de HE-SIG-B), un ancho de banda de la trama de PPDU 700B y el número de campos Usuario indicados en un campo Común del campo HE-SIG-B 712 cuando el campo Común está presente en el campo HE-SIG-B 712.

La figura 7C representa un formato de una PPDU de SU de Alcance Ampliado (ER) y HE 700C según una forma de realización. Este formato se utiliza para transmisiones de SU y en este formato se repite el campo HE-SIG-A 710 (como primer y segundo campos HE-SIG-A 710-1 y 710-2).

La figura 7D representa un formato de una PPDU Basada en una Activación (TB), de HE, 700D según una forma de realización.

La figura 8 representa una trama Activación 800 según una forma de realización. La trama Activación 800 se utiliza para asignar recursos para una transmisión MU de UL y para solicitar que se lleve a cabo la transmisión MU de UL después de (como respuesta a) la PPDU que transporta la trama Activación. La trama Activación asimismo transporta otra información requerida por las STAs respondedoras para enviar la transmisión MU de UL.

La trama Activación 800 incluye un campo Control de Trama 802, un campo Duración 804, un campo Dirección de Receptor (RA) 806, un campo Dirección de Transmisor (TA) 808, un campo Info Común 810, uno o más campos Info de Usuario 812-x, Relleno 814 opcional y un campo Secuencia de Comprobación de Trama (FCS) 816.

El valor del campo Control de Trama 802 indica que la trama Activación 800 es una trama de activación. El valor del campo Duración 804 indica la longitud de la trama Activación 800. El valor del campo RA 806 de la trama Activación es la dirección de una estación destinataria o una dirección de difusión correspondiente a una o más estaciones destinatarias. El valor de un campo TA 804 de la trama Activación es una dirección de la estación que transmite la trama Activación.

La figura 9 representa un campo Info Común 910 según una forma de realización. El campo Info común 910 es adecuado para su uso como campo Info común 810 de la trama Activación 800 de la figura 8. El campo Info Común 910 incluye un subcampo Tipo de Activación 922, un subcampo Longitud 924, un subcampo Información de Cascada 926, un subcampo Detección de Portadora (CS) Requerida 928, un subcampo Ancho de Banda (BW) 930, un subcampo Intervalo de Guarda (GI) y Campo de Entrenamiento Largo (LTF) 932, un subcampo Número de Símbolos de HE-LTF 936, un subcampo Codificación Espaciotemporal por Bloques 938, un subcampo Reutilización Espacial 946, un subcampo Doppler 948 y un subcampo HE-SIG-A Reservada 950. En algunas tramas Activación, el campo Info Común 910 asimismo incluye un subcampo Info Común Dependiente de Activación 954.

El subcampo Tipo de Activación 922 indica un tipo de la trama Activación. Dependiendo del tipo de la trama Activación, la trama Activación puede incluir el campo Info Común Dependiente de Activación 964 opcional, específico del tipo, y (en cada uno del (de los) campo(s) Info Por Usuario de la trama Activación) campos Info Por Usuario específica del Tipo opcionales.

El subcampo Longitud 924 indica el valor de un campo Longitud de L-SIG de una PPDU TB de HE transmitida como respuesta a la trama Activación. El subcampo Indicación de Cascada 926, cuando se fija a 1, indica que una trama Activación sucesiva sigue a la trama Activación actual y que, en caso contrario, presenta un valor de 0.

El subcampo CS Requerida 928 fijado a 1 indica que se requiere que la(s) estación(es) identificada(s) en el(los) campo(s) Info Por Usuario de la trama Activación utilicen Detección de Energía (ED) para captar el medio y considerar el estado del medio y un NAV en la determinación de si responder a la trama Activación. El subcampo CS Requerida 928 fijado a 0 indica que no se requiere que la(s) estación(es) identificada(s) en el(los) campo(s) Info Por Usuario consideren el estado del medio o el NAV en la determinación de si responder a la trama Activación.

El subcampo BW 930 indica un ancho de banda en un campo HE-SIG-A de una PPDU TB de HE transmitida como respuesta a la Trama Activación. El subcampo CP y Tipo de LTF 932 indica un CP y un tipo de HE-LTF de la PPDU TB de HE transmitida como respuesta a la trama Activación.

El subcampo HE-SIG-A Reservado 950 indica contenido de un campo HE-SIG-A de la PPDU TB de HE transmitida como respuesta a la trama Activación. En una forma de realización, todos los valores del subcampo HE-SIG-A Reservado se fijan a 1.

Un subcampo Reutilización Espacial (SR) 946 proporciona información de reutilización espacial. Para una comunicación que utiliza un BW de 20 MHz, el subcampo SR 946 proporciona un campo SR correspondiente a 20 MHz completos, y los otros 3 campos indican valores idénticos. Para una comunicación que utiliza un BW de 40 MHz, el subcampo SR 946 proporciona dos campos SR que se corresponden, respectivamente, con cada 20 MHz, y los otros 2 campos indican valores idénticos. Para una comunicación que utiliza un BW de 80 MHz, el subcampo SR 946 proporciona cuatro campos SR que se corresponden, respectivamente, con cada 20 MHz. Para una comunicación que utiliza un BW de 160 MHz, el subcampo SR 946 proporciona cuatro campos SR que se corresponden, respectivamente, con cada 40 MHz.

El subcampo Doppler 948 admite un rendimiento correcto incluso en casos de uso de movilidad en exteriores. Cuando el subcampo Doppler 948 indica un primer valor (por ejemplo, está fijado a 1), una PPDU transmitida como respuesta a la trama Activación que incluye el campo Info Común 90 incluye campos Midámbulo constituidos por múltiples HE-LTF que se insertan cada (M) símbolos de datos en calidad de periodicidad de midámbulos, como se describe a continuación.

En algunas formas de realización de la presente divulgación, el campo Info Común 910 puede incluir un campo Intervalo entre Midámbulos (M) 952, descrito a continuación, que indica el número de símbolos de datos entre midámbulos cuando el subcampo Doppler 948 presenta un valor de 1.

La figura 10 representa un campo Info de Usuario 1012 según una forma de realización. El campo Info de Usuario 1012 es adecuado para usarse como cualquiera o la totalidad de los campos Info de Usuario 812-x de la trama Activación 800 de la figura 8. El campo Info de Usuario 1012 incluye un Identificador de Usuario de 12 bits que indica un subcampo ID de Asociación (AID12) 1020, un subcampo Asignación de Unidades de Recursos (RU) 1022, un subcampo Tipo de Codificación 1024, un subcampo MCS 1026, un subcampo Modulación de Portadora Dual (DCM) 1028 y un subcampo Asignación de Flujos Continuos Espaciales (SS) 1030. En algunas tramas Activación, el campo Info de Usuario 1012 puede incluir un subcampo Info de Usuario Dependiente de Activación 1036.

Un subcampo Identificador de Usuario (AID12) 1020 indica un Identificador de Asociación (AID) de una estación a la que se le asigna una Unidad de Recursos (RU) en la cual se transmitirá(n) una o más MPDU(s) en la PPDU TB de HE transmitida como respuesta a la trama Activación. El subcampo Asignación de RU 1022 indica la RU que se va a usar para transmitir la PPDU TB de HE de la estación identificada por el subcampo Identificador de Usuario. Un primer bit del subcampo Asignación de RU 1022 puede indicar si la RU asignada está ubicada en 80 MHz primarios o no primarios. El mapeo de los siete bits subsiguientes del subcampo Asignación de RU 1022 con la asignación de RU indexa una de las RU en concordancia con la numerología de OFDMA del estándar 802.11ax del IEEE.

El subcampo Tipo de Codificación 1024 indica un tipo de codificación de la PPDU TB de HE transmitida como respuesta a la trama Activación de la estación identificada por el subcampo Identificador de Usuario 1020, y se fija a 0 para BCC y a 1 para LDPC. El subcampo MCS 1026 indica un MCS de la PPDU TB de HE transmitida como respuesta a la trama Activación por la estación identificada por el campo Identificador de Usuario.

El subcampo Modulación de Portadora Dual (DCM) 1028 indica una modulación de portadora dual de la PPDU TB de HE transmitida como respuesta a la trama Activación por la estación identificada por el campo Identificador de Usuario 1020. Un valor de 1 indica que la PPDU TB de HE utilizará DCM, y un valor de 0 indica que no la utilizará.

El subcampo Asignación de Flujos Continuos Espaciales (SS) 1030 indica flujos continuos espaciales de la PPDU

TB de HE transmitidos como respuesta a la trama Activación por la estación identificada por el campo Identificador de Usuario 1020.

La figura 11 representa una PPDU 1100 utilizada cuando el subcampo Doppler 948 se fija a 1, según una forma de realización. En el formato de PPDU 1100, los campos de midámbulo compuestos por uno o más HE-LTF 1106_M se insertan cada (M) símbolos de datos de la transmisión en calidad de periodicidad de midámbulos, según se describe a continuación. El número de HE-LTF 1106_M en cada campo de midámbulo es igual al número de HE-LTF 1106_P en el preámbulo de la PPDU, en donde HE-LTF 1106_M y HE-LTF 1106_P se definen como HE-LTF de midámbulo y HE-LTF de preámbulo, respectivamente.

La PPDU 1100 incluye una primera parte 1102 correspondiente a la primera parte de la PPDU 600 de la figura 6. A la primera parte 1102 le sigue un HE-STF 1104 y uno o más preámbulos HE-LTF 1106_P. La primera parte 1102, HE-STF 1104 y uno o más HE-LTF de preámbulo 1106_P se corresponden con un preámbulo de la PPDU 1100.

Después del preámbulo, la PPDU 1100 incluye una primera porción de datos 1108-1 que incluye M símbolos de datos. Después de la primera porción de datos 1108-1, la PPDU 1100 incluye un primer midámbulo que incluye uno o más HE-LTF de midámbulo 1106_M. La duración del primer midámbulo es una duración de midámbulo T_{MA} .

Después del primer midámbulo, la PPDU 1100 incluye una segunda porción de datos 1108-2 que incluye M símbolos de datos. Después de la segunda porción de datos 1108-2, la PPDU 1100 incluye un segundo midámbulo que incluye uno o más HE-LTF de midámbulo 1106_M. La duración del segundo midámbulo es la duración de midámbulo T_{MA} .

Después del segundo midámbulo, la PPDU 1100 incluye una tercera porción de datos 1108-3 que incluye los símbolos de datos restantes de la PPDU 1100. Después de la tercera porción de datos 1108-3, la PPDU 1100 incluye una Extensión de Paquete 1110.

En algunas formas de realización de la presente divulgación, el valor de M se determina utilizando información de un campo Info Común de una trama Activación que solicita la PPDU.

La figura 12 representa señalización de un formato de PPDU según una forma de realización. La figura 12 representa unas primera, segunda y tercera PPDU 1200a, 1200b y 1200c que presentan, cada una de ellas, un formato diferente. Cada PPDU incluye por lo menos un campo L-SIG 1202, un campo L-SIG repetida (RL-SIG) 1204, por lo menos unos primer y segundo símbolos de HE-SIG-A 1206-1 y 1206-2, y un HE-STF 1210. En un dispositivo que funciona según el estándar 802.11ax del IEEE, el dispositivo puede detectar el formato de una PPDU basándose en un valor de un campo Longitud incluido en el campo L-SIG 1202 y la constelación rotada de símbolos iniciales del campo HE-SIG-A.

En la figura 12, los símbolos que presentan una barra horizontal debajo de ellos se modulan utilizando Modulación por Desplazamiento Binario de Fase (BPSK). Los símbolos que presentan una barra vertical debajo de ellos se modulan utilizando Modulación por Desplazamiento Binario de Fase en Cuadratura (QBPSPK), es decir, BPSK rotada.

Si un valor del campo de longitud en el campo L-SIG 1202 módulo 3 es igual a 1, la PPDU detectada es bien una PPDU de SU de HE (bit B0 del campo HE-SIG-A = 1) o bien una PPDU basada en una Activación, de HE, (bit B0 del campo HE-SIG-A = 0). Por lo tanto, en la figura 12, la PPDU 1200a es bien una PPDU de SU de HE o bien una PPDU TB de HE.

Si un valor del campo de longitud en el campo L-SIG 1202 módulo 3 es igual a 2, el formato de la PPDU es bien una PPDU de SU de alcance ampliado y HE (indicado por los segundos símbolos de HE-SIG-A 1206-2 modulados utilizando QBPSPK) o bien una PPDU MU de HE (indicado por los segundos símbolos de HE-SIG-A 1206-2 modulados utilizando BPSK). Por lo tanto, en la figura 12, la PPDU 1200b es una PPDU de SU de alcance ampliado y HE e incluye unos tercer y cuarto símbolos de HE-SIG-A 1206-3 y 1206-4 modulados utilizando BPSK, y la PPDU 1200a es una PPDU MU de HE e incluye un campo HE-SIG-B 1208, incluyendo el campo HE-SIG-B 1208 una pluralidad de símbolos.

Las formas de realización incluyen procesos para insertar midámbulos en una PPDU en concordancia con el formato de PPDU, y procesos para determinar dónde se insertan los midámbulos en una PPDU una vez que se detecta el formato de PPDU. La forma en que se insertan los midámbulos en una PPDU de HE podría ser diferente dependiendo del formato de la PPDU.

En general, la información transmitida utilizando velocidades de datos mayores (por ejemplo, un MCS más alto) es más vulnerable a efectos perjudiciales asociados a entornos de movilidad. Por lo tanto, la introducción de un campo de midámbulo en concordancia con una periodicidad pequeña de los midámbulos M cuando se utilizan velocidades de MCS más altas puede posibilitar la compensación de la deriva de fase y, de este modo, una mejora del rendimiento.

La figura 13 representa un proceso 1300, según una forma de realización, para determinar una periodicidad de midámbulos M en concordancia con el formato de una PPDU. El proceso 1300 puede utilizarse, por ejemplo, cuando el subcampo Doppler de un campo Info Común de una trama Activación se fija a 1. En tal caso, el proceso 1300 se puede utilizar para determinar la periodicidad de midámbulos M de una PPDU transmitida como respuesta a la trama Activación.

En S1302, el proceso 1300 determina si el formato de la PPDU es uno cualquiera de un formato de SU de HE, de SU de ER y HE o MU de UL de HE. Para una PPDU recibida, el formato de PPDU se puede determinar según uno o más de una longitud en un campo L-SIG, una modulación de un segundo símbolo de un campo HE-SIG-A y un bit B0 del campo HE-SIG-A. Como respuesta a que el formato de PPDU sea un formato de SU de HE, de SU de ER y HE o MU de UL de HE, en S1302 el proceso 1300 prosigue hacia S1312; en caso contrario, en S1302 el proceso 1300 prosigue hacia S1304.

En S1304, el proceso 1300 determina si el formato de PPDU es un formato MU de DL de HE multiusuario. Para una PPDU recibida, el formato de PPDU puede determinarse en concordancia con una longitud incluida en un campo L-SIG y una modulación de un segundo símbolo de un campo HE-SIG-A. Como respuesta a que el formato de PPDU sea un formato MU de DL de HE multiusuario, en S1304 el proceso 1300 prosigue hacia S1314; en caso contrario, en S1304 el proceso 1300 prosigue hacia S1306.

En S1306, el proceso 1300 determina si el formato de PPDU es un formato Basado en una Activación (TB), de HE, para una PPDU. Como respuesta a que el formato de PPDU sea un formato TB de HE, en S1306 el proceso 1300 prosigue hacia S1316; en caso contrario, en S1306 se sale del proceso 1300.

En S1312, el proceso 1300 determina la periodicidad de midámbulos M en concordancia con un MCS de la PPDU y a continuación se sale del mismo.

En S1314, el proceso 1300 determina la periodicidad de midámbulos M en concordancia con el MCS más alto de los valores de MCS respectivos de la STA asignada para participar en la PPDU MU, y a continuación se sale del mismo.

En S1316, el proceso 1300 determina la periodicidad de midámbulos M según un valor predeterminado, sin tener en cuenta los valores de MCS asignado en la trama Activación que solicita a las STAs que lleven a cabo una transmisión MU de UL, y a continuación se sale del mismo.

En una forma de realización, la periodicidad de midámbulos M para PPDU Basadas en una Activación se podría señalar para todas las STAs que participan en la PPDU TB en un campo de la trama Activación que solicita la PPDU TB, como se ha descrito anteriormente con respecto a la figura 9.

Haciendo referencia a la figura 9, cuando el subcampo Doppler 948 se fija a un primer estado (por ejemplo, 1), el subcampo de periodicidad de midámbulos (M) 952 presenta un valor que se corresponde con el número de símbolos de datos entre midámbulos. Cuando el subcampo Doppler 948 se fija a un segundo estado (por ejemplo, 0), el subcampo de periodicidad de midámbulos (M) 952 se reserva.

La figura 14 representa un proceso 1400, según otra forma de realización, para determinar una periodicidad de midámbulos M en concordancia con el formato de una PPDU. El proceso 1400 puede utilizarse, por ejemplo, cuando el subcampo Doppler de un campo Info común de una trama Activación se fija a 1. En tal caso, el proceso 1500 se puede utilizar para determinar la periodicidad de midámbulos M de una PPDU transmitida como respuesta a la trama Activación.

En S1402, el proceso 1400 determina si el formato de PPDU es el formato bien de SU de HE o bien de SU de ER y HE. Como respuesta a que el formato de PPDU sea el formato bien de SU de HE o bien de SU de ER y HE, en S1402 el proceso 1400 prosigue hacia S1412; en caso contrario, en S1402 el proceso 1400 prosigue hacia S1404.

En S1404, el proceso 1400 determina si el formato de PPDU es un formato MU de HE multiusuario (bien de UL o bien de DL). Como respuesta a que el formato de PPDU sea un formato MU de HE multiusuario, en S1404 el proceso 1400 prosigue hacia S1414; en caso contrario, en S1404 el proceso 1400 prosigue hacia S1406.

En S1406, el proceso 1400 determina si el formato de PPDU es un formato TB de HE para una PPDU. Como respuesta a que el formato de PPDU sea un formato TB de HE, en S1406 el proceso 1400 prosigue hacia S1416; en caso contrario, en S1406 se sale del proceso 1400.

En S1412, el proceso 1400 determina la periodicidad de midámbulos M en concordancia con un MCS de la PPDU y a continuación se sale del mismo.

En S1414, el proceso 1400 determina la periodicidad de midámbulos M en concordancia con el MCS más alto de

los valores de MCS respectivos de la STA asignada para participar en la PPDU MU, y a continuación se sale del mismo. En S1414, cuando solo se asigna una STA para participar en una PPDU MU (por ejemplo, una PPDU MU de UL), el proceso 1400 determina la periodicidad de midámbulos M en concordancia con un MCS de la única STA y a continuación se sale del mismo.

5

En S1416, el proceso 1400 determina la periodicidad de midámbulos M según un valor predeterminado, sin tener en cuenta los valores de MCS asignados en la trama Activación que solicita que las STAs lleven a cabo una transmisión MU de UL, y a continuación se sale del mismo.

10

La figura 15 representa un proceso 1500, según otra forma de realización, para determinar una periodicidad de midámbulos M en concordancia con el formato de una PPDU.

En S1502, el proceso 1500 determina si el formato de PPDU es el formato bien de SU de HE o bien de ER de SU de HE. Como respuesta a que el formato de PPDU sea el formato bien de SU de HE o bien de ER de SU de HE, en S1502 el proceso 1500 prosigue hacia S1512; en caso contrario, en S1502 el proceso 1500 prosigue hacia S1504.

15

En S1504, el proceso 1500 determina si el formato de PPDU es un formato MU de HE multiusuario (bien de UL o bien de DL). Como respuesta a que el formato de PPDU sea un formato MU de HE multiusuario, en S1504 el proceso 1500 prosigue hacia S1516; en caso contrario, en S1504 el proceso 1500 prosigue hacia S1506.

20

En S1506, el proceso 1500 determina si el formato de PPDU es un formato Basado en una Activación (TB), de HE, para una PPDU. Como respuesta a que el formato de PPDU sea un formato TB de HE, en S1506 el proceso 1500 prosigue hacia S1516; en caso contrario, en S1506 se sale del proceso 1500.

25

En S1512, el proceso 1500 determina la periodicidad de midámbulos M en concordancia con un MCS de la PPDU y a continuación se sale del mismo.

30

En S1516, el proceso 1500 determina la periodicidad de midámbulos M según un valor predeterminado, independientemente de cualquier valor de MCS, y a continuación se sale del mismo.

La figura 16 representa un proceso 1600, según otra forma de realización, para determinar una periodicidad de midámbulos M en concordancia con un formato de una PPDU. El proceso 1600 puede utilizarse cuando un subcampo Doppler indica la presencia de midámbulos en la PPDU.

35

En S1602, el proceso 1600 determina si el formato de PPDU es un primer formato. En una forma de realización, el primer formato incluye el formato de SU de HE. En una forma de realización, el primer formato incluye el formato de SU de ER y HE. En una forma de realización, el primer formato incluye el formato MU de UL de HE de usuario único. Como respuesta a que el formato de PPDU sea el primer formato, en S1602 el proceso 1600 prosigue hacia S1612; en caso contrario, en S1602 el proceso 1600 prosigue hacia S1604.

40

En S1604, el proceso 1600 determina si el formato de PPDU es un segundo formato. En una forma de realización, el segundo formato incluye el formato MU de HE. En una forma de realización, el segundo formato incluye el formato MU de DL de HE para más de un usuario. Como respuesta a que el formato de PPDU sea el segundo formato, en S1604 el proceso 1600 prosigue hacia S1614; en caso contrario, en S1604 el proceso 1600 prosigue hacia S1606.

45

En S1606, el proceso 1600 determina si el formato de PPDU es un tercer formato. En una forma de realización, el tercer formato incluye el formato TB de HE. En una forma de realización, el tercer formato incluye el formato MU de HE. Como respuesta a que el formato de PPDU sea el tercer formato, en S1606 el proceso 1600 prosigue hacia S1616; en caso contrario, en S1606 el proceso 1600 prosigue hacia S1608.

50

En S1608, el proceso 1600 determina si el formato de PPDU es un cuarto formato. En una forma de realización, el cuarto formato incluye el formato TB de HE. Como respuesta a que el formato de PPDU sea el cuarto formato, en S1608 el proceso 1600 prosigue hacia S1618; en caso contrario, en S1608 se sale del proceso 1600.

55

En S1612, el proceso 1600 determina la periodicidad de midámbulos M en concordancia con un MCS de la PPDU y a continuación se sale del mismo.

60

En S1614, el proceso 1600 determina la periodicidad de midámbulos M según los valores más altos de valores de MCS de todas las STAs asignadas en la PPDU. En una forma de realización, solo se podría asignar una STA. A continuación se sale del proceso 1600.

65

En S1616, el proceso 1600 determina la periodicidad de midámbulos M según un valor predeterminado, independientemente de cualquier valor de MCS, y a continuación se sale del mismo.

En S1618, el proceso 1600 determina la periodicidad de midámbulos M según un valor indicado en una trama que solicita a las STAs que envíen la PPDU como respuesta a la trama, y a continuación se sale del mismo. En una forma de realización, la trama solicitante podría ser una trama Activación.

En una primera forma de realización, para cualquiera de una PPDU de SU de HE, una PPDU de alcance ampliado de SU y HE y una PPDU de HE de UL para transmisiones de un usuario, cuando un subcampo Doppler se fija a un primer estado que indica que la PPDU se transmite con midámbulos, en la determinación de la periodicidad de midámbulos M se considera el formato de la PPDU de HE. Un transmisor inserta un campo Midámbulo después de cada M símbolos de datos de OFDM de periodicidad de midámbulos, codificados según un valor de MCS de la PPDU. Cada campo de midámbulo se puede utilizar para llevar a cabo una estimación de canal para símbolos de datos que suceden al campo de midámbulo. Cuando se recibe la PPDU, una vez que un receptor decodifica correctamente un valor de MCS en un preámbulo PHY de la PPDU, se puede determinar la ubicación y la longitud del(de los) campo(s) Midámbulo.

En una transmisión MU de DL con STAs asignadas con valores de MCS diferentes, los campos de midámbulo podrían no estar alineados en correspondencia con el bloque de recursos asignado a las STAs respectivas y, como resultado, una ventana de FFT podría no quedar alineada sobre bloques de recursos, lo cual puede hacer que aumente la complejidad de la implementación. Los valores de MCS para cada STA asignada se pueden determinar por la totalidad de todas las STAs ya que el campo HE-SIG-B que comunica los valores de MCS a las STAs no presenta conformación de haz.

En una forma de realización, para PPDU MU de HE de DL destinadas a más de un usuario, cuando el subcampo Doppler se fija a un primer estado que indica que la PPDU se transmite con midámbulos, se considera el formato de PPDU de HE en la determinación de la periodicidad de midámbulos M. Un transmisor inserta un campo Midámbulo después de cada M símbolos de datos de OFDM de periodicidad de midámbulos según un valor de MCS máximo entre las STAs que participan en la PPDU MU de HE de DL. Cada campo de midámbulo se puede utilizar para llevar a cabo una estimación de canal para símbolos de datos que suceden al campo de midámbulo. Cuando se recibe la PPDU, una vez que un receptor decodifica correctamente todos los valores de MCS para cada STA, la ubicación y la longitud del(de los) campos Midámbulo se pueden determinar basándose en el valor de MCS máximo entre las STAs.

En una transmisión MU de UL con STA asignadas con diferentes valores de MCS, los campos de midámbulo podrían no estar alineados en correspondencia con el bloque de recursos asignado a las STAs respectivas y, como resultado, una ventana de FFT podría no quedar alineada sobre bloques de recursos, lo cual puede hacer que aumente la complejidad de la implementación. Se puede hacer que la implementación de un AP resulte más sencilla si todas las alimentaciones de midámbulos de todos los usuarios en una transmisión MU de UL finalizan en un mismo punto.

En una forma de realización, para PPDU MU de HE de UL, cuando el subcampo Doppler se fija a un primer estado que indica que la PPDU se transmite con midámbulos, se considera el formato de PPDU de HE en la determinación de la periodicidad de midámbulos M para PPDU basadas en una activación (TB), de HE, de la transmisión MU de HE de UL. Cada STA determina todos los valores de MCS en cada campo de info de usuario de la trama Activación. Una STA respondedora inserta un campo Midámbulo en cada M símbolos de datos de periodicidad de midámbulos basándose en el valor máximo de MCS entre STAs asignadas. Cuando el AP recibe las PPDU TB de HE de las STAs asignadas, la ubicación y la longitud del campo Midámbulo se pueden determinar según el valor de MCS máximo entre STAs asignadas.

En una forma de realización, para PPDU MU de HE de UL, cuando el subcampo Doppler de una trama Activación recibida se fija a un primer estado que indica que la PPDU se transmite con midámbulos, se considera el formato de PPDU de HE en la determinación de la periodicidad de midámbulos M para PPDU TB de HE transmitidas como respuesta a la trama Activación. La periodicidad de midámbulos M presenta un valor predeterminado y, por lo tanto, no es necesario que cada STA vea todos los valores de MCS en cada campo de info de usuario de la trama Activación. Una STA respondedora inserta un campo Midámbulo después de los M símbolos de datos de periodicidad de midámbulos predeterminados, independientemente de los valores de MCS asignados para STAs en la transmisión de UL. Cuando el AP recibe las PPDU TB de HE de STAs asignadas, se puede esperar la ubicación y la longitud del campo Midámbulo basándose en el valor predeterminado de M de la periodicidad de midámbulos.

La figura 17 representa una PPDU 1700 que incluye midámbulos según una forma de realización. La PPDU 100 incluye un preámbulo 1702, una primera, una segunda y una tercera porciones de datos 1706-1, 1706-2 y 1706-3, un primer y un segundo midámbulos 1708-1 y 1708-2, y una Extensión de Paquete (PE) 1710. La primera porción de datos 1706-1 comienza con un primer símbolo de datos 1706S1 seguido de un segundo símbolo de datos 1706S2 y finaliza con un séptimo símbolo de datos 1706S7. La segunda porción de datos 1706-2 comienza con un octavo símbolo de datos 1706S8. En el ejemplo ilustrativo representado, la periodicidad de midámbulos M es igual a 7.

Se lleva a cabo una primera estimación de canal 1722-1 utilizando el preámbulo 1702 para producir parámetros para una primera ecualización 1724-1 que se va a llevar a cabo sobre los símbolos de la primera porción de datos 1706-1. Se lleva a cabo una segunda estimación de canal 1722-2 utilizando el primer midámbulo 1708-1 para producir parámetros para una segunda ecualización 1724-2 que se va a llevar a cabo sobre los símbolos de la segunda porción de datos 1706-2. Se lleva a cabo una tercera estimación de canal 1722-3 utilizando el segundo midámbulo 1708-2 para producir parámetros para una tercera ecualización 1724-3 que se va a llevar a cabo sobre los símbolos de la tercera porción de datos 1706-3.

Para dispositivos del estándar 802.11 del IEEE, se ha implementado un proceso de Codificación Espaciotemporal por Bloques (STBC) para proporcionar un rendimiento estable en áreas de borde de la cobertura de un AP. La operación de STBC empareja dos símbolos de OFDM y transmite los símbolos emparejados en ranuras de tiempo consecutivas, y un receptor decodifica conjuntamente los símbolos emparejados. Por ejemplo, cuando se transmite la PPDU 1700 utilizando STBC, el primer símbolo de datos 1706S1 se empareja con el segundo símbolo de datos 1706S2, el tercero, con el cuarto, y así sucesivamente.

Sin embargo, el séptimo símbolo de datos 1706S7 y el octavo símbolo de datos 1706S8 emparejados están separados por el primer midámbulo 1708-1. Como consecuencia, el sistema necesita esperar para obtener la información de canal nueva a partir de la segunda estimación de canal 1722-2 con el fin de decodificar conjuntamente los dos símbolos de OFDM, y necesita tener un tamaño de memoria intermedia dos veces mayor para almacenar conjuntamente la información de dos canales diferentes (en la presente memoria, los resultados de la primera estimación de canal 1722-1 usando el preámbulo 1702 y los resultados de la segunda estimación de canal 1722-2 usando el primer midámbulo 1708-1).

En una forma de realización, cuando la STBC está habilitada y un subcampo Doppler se fija a un primer estado para indicar que la PPDU transmitida incluye uno o más campos de midámbulo, un transmisor inserta campos Midámbulo después de cada M símbolos de datos de OFDM de periodicidad de midámbulos de una PPDU. Si un campo de midámbulo está ubicado entre dos símbolos de OFDM emparejados para una operación de STBC, el campo de midámbulo se desplaza a la ubicación posterior a los dos símbolos de OFDM emparejados.

En otra forma de realización, cuando la STBC está habilitada y un subcampo Doppler se fija a un primer estado para indicar que la PPDU transmitida incluye uno o más campos de midámbulo, un transmisor inserta campos Midámbulo después de cada M símbolos de datos de OFDM de periodicidad de midámbulos de una PPDU. Si un campo Midámbulo está ubicado entre dos símbolos de OFDM que se van a emparejar para una operación de STBC, el campo Midámbulo se desplaza a la ubicación anterior a los dos símbolos de OFDM emparejados.

En cualquiera de las dos formas de realización, cuando se recibe la PPDU, una vez que un receptor decodifica correctamente un valor de STBC en el preámbulo PHY de la PPDU, se pueden determinar la ubicación y la longitud del campo Midámbulo.

En otra forma de realización, el valor de la periodicidad de midámbulos M es siempre un número par y, como consecuencia, el campo Midámbulo siempre se produce antes o después de dos símbolos de datos de OFDM emparejados para una operación de STBC, y no nunca se produce entre los símbolos emparejados.

Cuando un transmisor envía datos de APEP_LENGTH bytes en una PPDU de HE en la que el subcampo Doppler se fija al primer estado (por ejemplo, 1) que indica la presencia de uno o más midámbulos, los datos se transmiten en un número de símbolos de datos de OFDM N_{SYM} . Dependiendo del esquema de codificación, el número de símbolos de datos N_{SYM} se puede determinar con:

$$\text{para BCC: } N_{SYM} = m_{STBC} \cdot \left\lceil \frac{8 \cdot APEP_LENGTH + N_{Tail} + N_{service}}{m_{STBC} N_{DBPS}} \right\rceil \quad Ec. 1$$

$$\text{para LDPC: } N_{SYM} = m_{STBC} \cdot \left\lceil \frac{8 \cdot APEP_LENGTH + N_{service}}{m_{STBC} N_{DBPS}} \right\rceil \quad Ec. 2$$

en donde m_{STBC} es 2 cuando se utiliza STBC y 1 en caso contrario, N_{DBPS} es un número de bits de datos por símbolo de OFDM, N_{Tail} es un número de bits de cola (6) y $N_{service}$ es un número de bits de servicio (16).

Dado N_{SYM} , el transmisor fija un valor del campo Longitud [Length] en L-SIG a:

$$\text{Length} = \left\lceil \frac{TXTIME - SE - 20}{4} \right\rceil \times 3 - 3 - m \quad Ec. 3$$

en donde:

$$T_{\text{XTIME}} = 20 + T_{PA} + N_{SYM}T_{SYM} + N_{MA}T_{MA} + T_{PE} + SE,$$

$$T_{MA} = N_{HE-LTF}T_{HE-LTF} (+T_{HE-STF}), \text{ y}$$

$$N_{MA} = \begin{cases} \lceil N_{SYM}/M \rceil & \text{cuando el subcampo Doppler indica el primer estado (1),} \\ 0 & \text{cuando el subcampo Doppler indica el segundo estado (0).} \end{cases}$$

y en donde N_{MA} es el número de midámbulos, M es la periodicidad de midámbulos, SE es 0 us cuando la transmisión está en una banda de 5 GHz y es 6 us cuando la transmisión está en una banda de 2.4 GHz, T_{PA} es la duración de los preámbulos de HE según se ha descrito con respecto a las figuras 7A a 7D, T_{SYM} es la duración de un símbolo de datos de OFDM, T_{PE} es la duración de la Extensión de Paquete (consistiendo dicha Extensión de Paquete en valores aleatorios cuya potencia promedio es igual a la potencia promedio de los símbolos de datos de OFDM y garantiza un tiempo de procesamiento de recepción adicional), y m es 1 para una PPDU MU de HE o una PPDU de SU de ER y HE, y 2 en caso contrario. T_{MA} es la duración del campo Midámbulo, que en una forma de realización puede incluir una duración de un HE-STF T_{HE-STF} , y en otra forma de realización puede no incluir la duración de un HE-STF T_{HE-STF} .

Cuando un receptor recibe una PPDU de HE, necesita determinar cuántos símbolos de datos de OFDM, N_{SYM} , se transmiten y qué cantidad de tiempo, T_{PE} , se puede garantizar para el procesamiento de RX.

En una forma de realización, un dispositivo que recibe una PPDU de HE determina el número de símbolos de OFDM utilizados para decodificar símbolos de datos de la PPDU de HE hallando el número de símbolos de datos de OFDM (N_{SYM}) que satisface las siguientes ecuaciones:

$$N_{MA} = \begin{cases} \lceil N_{SYM}/M \rceil & \text{cuando un subcampo Doppler indica que existe un midámbulo,} \\ 0 & \text{en caso contrario} \end{cases} \quad \text{Ec. 4}$$

$$N_{SYM} = \left\lceil \left(\frac{L_{\text{LENGTH}} + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA} - N_{MA}T_{MA} \right) / T_{SYM} \right\rceil - b_{PE-\text{Disambiguity}} \quad \text{Ec. 5}$$

en donde $b_{PE-\text{Disambiguity}}$ es el valor de un bit Desambiguación de PE en el campo HE-SIG-A de la PPDU. Una vez que se obtiene N_{SYM} , T_{PE} se calcula con:

$$T_{PE} = \left\lceil \frac{\left(\frac{L_{\text{LENGTH}} + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA} - N_{MA}T_{MA} \right) - N_{SYM}T_{SYM}}{4} \right\rceil \times 4 \quad \text{Ec. 6}$$

Por lo tanto, en PPDU en las que existen uno o más campos de midámbulo, el receptor puede determinar el número de símbolos de datos de OFDM N_{SYM} utilizando la ecuación 5, pero el número de midámbulos N_{MA} en la ecuación 5 es una función de N_{SYM} . Como consecuencia, el receptor no puede calcular directamente el número de símbolos de OFDM N_{SYM} , y la implementación de la determinación del número de símbolos de datos de OFDM N_{SYM} en PPDU recibidas que incluyen uno o más midámbulos puede hacer que aumente la complejidad del sistema en comparación con el caso en el que no se incluye un campo de midámbulo en la PPDU. La eliminación de la dependencia circular de las ecuaciones 4 y 5 resulta difícil debido, por ejemplo, a los elementos no lineales de las ecuaciones, tales como las operaciones de suelo ("floor") (es decir, $\lfloor x \rfloor$) en cada ecuación.

Formas de realización reducen la complejidad de un dispositivo configurado para recibir PPDU de HE que incluyen midámbulos utilizando procesos novedosos para determinar el número de símbolos de OFDM N_{SYM} utilizados para símbolos de datos y la duración de la Extensión de Paquete T_{PE} de la PPDU de HE recibida.

Para determinar el número de símbolos de datos de OFDM N_{SYM} en un dispositivo de recepción, se podría considerar el uso de la ecuación 5. Sin embargo, la ecuación 5 requiere que se conozca el valor del número de midámbulos N_{MA} , y la ecuación 4 establece que el número de midámbulos N_{MA} es una función del número de símbolos de datos de OFDM N_{SYM} . Por lo tanto, el número de símbolos de datos de OFDM N_{SYM} no se puede calcular directamente utilizando la ecuación 5 cuando un subcampo Doppler de un campo HE-SIG-A de la PPDU que se está recibiendo se fija al primer estado (por ejemplo, 1), lo cual indica que existe presencia de uno o más midámbulos. Por lo tanto, para determinar N_{SYM} se necesitan una ecuación nueva y suposiciones nuevas. Las ecuaciones nuevas se pueden deducir de la siguiente manera:

Etapa A1) la función de suelo se puede eliminar de la ecuación 4 replanteando la ecuación 4 tal como se muestra a continuación, con el uso de una variable desconocida adicional n_0 :

$$\text{para cierto } n_0, 0 \leq n_0 \leq M-1, \quad N_{MA} = \frac{N_{SYM} - n_0}{M} \Rightarrow N_{SYM} = M \cdot N_{MA} + n_0. \quad \text{Ec. 7}$$

Etapa A2) la función de suelo se puede eliminar de la ecuación 5 replanteando la ecuación 5 tal como se muestra a continuación utilizando una variable desconocida adicional α :

para cierto α , $0 \leq \alpha < 1$,

$$\left(\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA} - N_{MA} T_{MA} \right) / T_{SYM} = N_{SYM} + b_{PE-Disambiguity} + \alpha. \quad \text{Ec. 8}$$

Etapa A3) a partir de la etapa A1 y la etapa A2, se pueden deducir las siguientes ecuaciones:

$$\left(\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA} - N_{MA} T_{MA} \right) = T_{SYM} (M \cdot N_{MA} + n_0 + b_{PE-Disambiguity} + \alpha). \quad \text{Ec. 9}$$

$$N_{MA} = \frac{\left(\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA} \right) - T_{SYM} (n_0 + b_{PE-Disambiguity} + \alpha)}{T_{MA} + M \cdot T_{SYM}} \quad \text{Ec. 10}$$

Etapa A4) a partir de lo anterior, se pueden utilizar valores posibles mínimos y máximos de n_0 y α para determinar valores posibles mínimos (N_{MA_MIN}) y máximos (N_{MA_MAX}) para el número de midámbulos N_{MA} :

supóngase que $\alpha = 0$, $n_0 = 0$:

$$N_{MA_MAX} = \frac{\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA} - T_{SYM} b_{PE-Disambiguity}}{T_{MA} + M \cdot T_{SYM}} \quad \text{Ec. 11}$$

supóngase que $\alpha = 1$, $n_0 = M - 1$:

$$N_{MA_MIN} = \frac{\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA} - T_{SYM} (b_{PE-Disambiguity} + M)}{T_{MA} + M \cdot T_{SYM}} \quad \text{Ec. 12}$$

y obsérvese que:

$$N_{MA_MIN} < N_{MA} < N_{MA_MAX} \quad \text{Ec. 13}$$

Etapa A5) a partir de lo anterior, se determina una ecuación para $(N_{MA_MAX} - N_{MA_MIN})$ para determinar el alcance del intervalo de valores posibles para el número de midámbulos N_{MA} :

$$(N_{MA_MAX} - N_{MA_MIN}) = \frac{M \cdot T_{SYM}}{T_{MA} + M \cdot T_{SYM}}, \quad \text{que es } < 1 \quad \text{Ec. 14}$$

Debido a que la diferencia entre N_{MA_MAX} y N_{MA_MIN} es menor que uno y N_{MA_MAX} es mayor que N_{MA_MIN} , suelo(N_{MA_MAX})=techo("ceiling")(N_{MA_MIN}). Basándose en esto y en que el número de midámbulos N_{MA} es un entero positivo entre N_{MA_MAX} y N_{MA_MIN} ,

$$N_{MA} = \text{suelo}(N_{MA_MAX}) = \text{techo}(N_{MA_MIN}) \quad \text{Ec. 15}$$

$$N_{MA} = \left\lfloor \frac{\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA} - T_{SYM} b_{PE-Disambiguity}}{T_{MA} + M \cdot T_{SYM}} \right\rfloor$$

$$= \left\lfloor \frac{\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA} - T_{SYM} (b_{PE-Disambiguity} + M)}{T_{MA} + M \cdot T_{SYM}} \right\rfloor$$

Ec. 16

Por lo tanto, utilizando cualquiera de las partes central o derecha de la ecuación 16, se puede determinar el número de midámbulos N_{MA} sin determinar primero el número de símbolos de OFDM N_{SYM} utilizados para decodificar símbolos de datos (es decir, el número de símbolos de datos de OFDM N_{SYM}).

En una forma de realización según la ecuación 16, un proceso de identificación de un número de símbolos de datos de OFDM N_{SYM} y una duración de la Extensión de Paquete T_{PE} a partir de una PPDU de HE recibida determina en primer lugar un número de midámbulos N_{MA} cuando el subcampo Doppler indica que existe presencia de midámbulos en la PPDU de HE recibida según:

$$N_{MA} = \left\lfloor \frac{\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA} - T_{SYM} \cdot b_{PE-Disambiguity}}{T_{MA} + M \cdot T_{SYM}} \right\rfloor$$

Ec. 17

Cuando el subcampo Doppler indica que no existe presencia de midámbulos en la PPDU de HE, el número de midámbulos N_{MA} es 0. A diferencia de un proceso basado en la ecuación 4, el proceso que utiliza la ecuación 17 para determinar el número de midámbulos N_{MA} no necesita determinar primero el valor N_{SYM} para ello.

Una vez que se determina el número de midámbulos N_{MA} , el proceso puede determinar el número de símbolos de datos de OFDM N_{SYM} según la ecuación 5 y puede determinarse la duración de la Extensión de Paquete T_{PE} según la ecuación 6.

En otra forma de realización según la ecuación 16, un proceso de identificación de un número de símbolos de datos de OFDM N_{SYM} y una duración de la Extensión de Paquete T_{PE} a partir de una PPDU de HE recibida determina un número de midámbulos N_{MA} cuando el subcampo Doppler indica que existe presencia de midámbulos en una PPDU de HE según:

$$N_{MA} = \left\lfloor \frac{\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA} - T_{SYM} (b_{PE-Disambiguity} + M)}{T_{MA} + M \cdot T_{SYM}} \right\rfloor$$

Ec. 18

Cuando el subcampo Doppler indica que no existe presencia de midámbulos en la PPDU de HE, el número de midámbulos N_{MA} es 0. El proceso que utiliza la ecuación 18 para determinar el número de midámbulos N_{MA} no necesita determinar primero el valor de N_{SYM} para ello.

Una vez que se determina el número de midámbulos N_{MA} , el proceso puede determinar el número de símbolos de datos de OFDM N_{SYM} según la ecuación 5 y puede determinarse la duración de la Extensión de Paquete T_{PE} según la ecuación 6.

El análisis que condujo a las ecuaciones 17 y 18 se puede generalizar para abarcar otras relaciones similares entre el número de midámbulos N_{MA} y el número de símbolos de datos de OFDM N_{SYM} .

Por ejemplo, la relación de la ecuación 4 indicaría dos 2 midámbulos cuando el número de símbolos de datos de OFDM N_{SYM} es igual al doble de la periodicidad de midámbulos M. Esto produciría una PPDU según se muestra en la figura 18.

La figura 18 representa una PPDU 1800 según una forma de realización. Los elementos de la figura 18 que presentan caracteres de referencia de la forma 18XX o 18XX-X son similares a los elementos de la figura 17 que presentan caracteres de referencia respectivos de la forma 17XX o 17XX-X, y se omiten sus descripciones por motivos de brevedad.

La PPDU 1800 incluye 2·M símbolos de datos de OFDM, donde M es la periodicidad de midámbulos. Como consecuencia, después de los primeros M símbolos de datos de OFDM se inserta un midámbulo 1808-1, y debido a que la forma de realización se produjo según la ecuación 4, después del último símbolo de datos de OFDM se insertó otro midámbulo 1826 (innecesario). El midámbulo 1826 es innecesario debido a que la Extensión de

Paquete (PE) 1810 no es un símbolo de OFDM que se vaya a decodificar y, por lo tanto, la tercera estimación de canal 1822-3 y la tercera ecualización 1824-3 no son necesarias.

En una forma de realización, para evitar la inserción de este midámbulo innecesario, un transmisor determina el número de símbolos de datos de OFDM N_{SYM} utilizados en una PPDU de HE según la ecuación 1 o la ecuación 2, según corresponda, y el campo Longitud de la L-SIG de la PPDU de HE según la ecuación 3.

A continuación, en lugar de determinar el número de midámbulos N_{MA} según la anterior ecuación 4, el transmisor puede determinar un número de midámbulos N_{MA} según:

$$N_{MA} = \begin{cases} (N_{SYM} - 1) / M \\ 0 \end{cases} \quad \begin{array}{l} \text{cuando el subcampo Doppler indica existencia de midámbulo,} \\ \text{en caso contrario.} \end{array} \quad \text{Ec. 19}$$

Cuando un receptor recibe la PPDU de HE, necesita deducir cuántos símbolos de datos de OFDM N_{SYM} , que se decodificarán para producir datos, se están transmitiendo en la PPDU de HE recibida y qué cantidad de tiempo adicional, la duración de la Extensión de Paquete T_{PE} , se está proporcionando para el procesamiento de recepción. Se pueden deducir ecuaciones para ello de la siguiente manera:

Etapla B1) la función de suelo se puede eliminar de la ecuación 19 replanteando la ecuación 19 tal como se muestra a continuación con el uso de una variable desconocida adicional n_0 :

$$\text{para cierto } n_0, 0 \leq n_0 \leq M-1, \quad N_{MA} = \frac{N_{SYM} - 1 - n_0}{M} \Rightarrow N_{SYM} = M \cdot N_{MA} + 1 + n_0, \quad \text{Ec. 20}$$

Etapla B2) la función de suelo se puede eliminar de la ecuación 5 replanteando la ecuación 5 tal como se muestra a continuación con el uso de una variable desconocida adicional α :

$$\text{para cierta } \alpha, 0 \leq \alpha < 1, \quad \left(\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA} - N_{MA} T_{MA} \right) / T_{SYM} = N_{SYM} + b_{PE-Disambiguity} + \alpha. \quad \text{Ec. 21}$$

Etapla B3) a partir de la etapa B1 y la etapa B2, se pueden deducir las siguientes ecuaciones:

$$\left(\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA} - N_{MA} T_{MA} \right) = T_{SYM} (M \cdot N_{MA} + 1 + n_0 + b_{PE-Disambiguity} + \alpha). \quad \text{Ec. 22}$$

$$N_{MA} = \frac{\left(\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA} \right) - T_{SYM} (1 + n_0 + b_{PE-Disambiguity} + \alpha)}{T_{MA} + M \cdot T_{SYM}} \quad \text{Ec. 23}$$

Etapla B4) a partir de lo anterior, se pueden utilizar valores posibles mínimos y máximos de n_0 y α para determinar valores posibles mínimo (N_{MA_MIN}) y máximo (N_{MA_MAX}) para el número de midámbulos N_{MA} :

supóngase que $\alpha = 0, n_0 = 0$:

$$N_{MA_MAX} = \frac{\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA} - T_{SYM} (1 + b_{PE-Disambiguity})}{T_{MA} + M \cdot T_{SYM}} \quad \text{Ec. 24}$$

supóngase que $\alpha = 1, n_0 = M - 1$:

$$N_{MA_MIN} = \frac{\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA} - T_{SYM} (1 + b_{PE-Disambiguity} + M)}{T_{MA} + M \cdot T_{SYM}} \quad \text{Ec. 25}$$

y obsérvese que:

$$N_{MA_MIN} < N_{MA} < N_{MA_MAX} \quad \text{Ec. 26}$$

- 5 Etapa B5) a partir de lo anterior, se determina una ecuación para $(N_{MA_MAX} - N_{MA_MIN})$ para determinar el alcance del intervalo de valores posibles para el número de midámbulos N_{MA} :

$$(N_{MA_MAX} - N_{MA_MIN}) = \frac{M \cdot T_{SYM}}{T_{MA} + M \cdot T_{SYM}}, \quad \text{que es } < 1 \quad \text{Ec. 27}$$

- 10 Debido a que la diferencia entre N_{MA_MAX} y N_{MA_MIN} es menor que uno y N_{MA_MAX} es mayor que N_{MA_MIN} , suelo(N_{MA_MAX})=techo(N_{MA_MIN}). Basándose en esto y en que el número de midámbulos N_{MA} debe ser un entero positivo entre N_{MA_MAX} y N_{MA_MIN} ,

$$N_{MA} = \text{suelo}(N_{MA_MAX}) = \text{techo}(N_{MA_MIN}) \quad \text{Ec. 28}$$

$$N_{MA} = \left\lfloor \frac{\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA} - T_{SYM}(1 + b_{PE-Disambiguity})}{T_{MA} + M \cdot T_{SYM}} \right\rfloor$$

$$= \left\lceil \frac{\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA} - T_{SYM}(1 + b_{PE-Disambiguity} + M)}{T_{MA} + M \cdot T_{SYM}} \right\rceil \quad \text{Ec. 29}$$

Por lo tanto, se puede determinar el número de midámbulos N_{MA} sin determinar primero el número de símbolos de datos de OFDM N_{SYM} utilizando la parte bien central o bien derecha de la ecuación 29.

- 20 En una forma de realización según la ecuación 29, un proceso de identificación de un número de símbolos de datos de OFDM N_{SYM} y una duración de la Extensión de Paquete T_{PE} a partir de una PPDU de HE recibida determina en primer lugar un número de midámbulos N_{MA} cuando el subcampo Doppler indica que existe presencia de midámbulos en una PPDU de HE según:

$$N_{MA} = \left\lfloor \frac{\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA} - T_{SYM}(1 + b_{PE-Disambiguity})}{T_{MA} + M \cdot T_{SYM}} \right\rfloor \quad \text{Ec. 30}$$

- 30 Cuando el subcampo Doppler indica que no existe presencia de midámbulos en la PPDU de HE, el número de midámbulos N_{MA} es 0. A diferencia de un proceso basado en la ecuación 4, el proceso que utiliza la ecuación 30 para determinar el número de midámbulos N_{MA} no necesita determinar primero el valor N_{SYM} para ello.

- Una vez que se determina el número de midámbulos N_{MA} , el proceso puede determinar el número de símbolos de datos de OFDM N_{SYM} según la ecuación 5 y la duración de la Extensión de Paquete T_{PE} determinada según la ecuación 6.

- 35 En otra forma de realización según la ecuación 29, un proceso de identificación de un número de símbolos de datos de OFDM N_{SYM} y una duración de la Extensión de Paquete T_{PE} a partir de una PPDU de HE recibida determina un número de midámbulos N_{MA} cuando el subcampo Doppler indica que existe presencia de midámbulos en una PPDU de HE según:

$$N_{MA} = \left\lceil \frac{\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA} - T_{SYM}(1 + b_{PE-Disambiguity} + M)}{T_{MA} + M \cdot T_{SYM}} \right\rceil \quad \text{Ec. 31}$$

- 45 Cuando el subcampo Doppler indica que no existe presencia de midámbulos en la PPDU de HE, el número de midámbulos N_{MA} es 0. El proceso que utiliza la ecuación 31 para determinar el número de midámbulos N_{MA} no necesita determinar primero el valor de N_{SYM} para ello.

Una vez que se determina el número de midámbulos N_{MA} , el proceso puede determinar el número de símbolos de datos de OFDM N_{SYM} según la ecuación 5 y la duración de la Extensión de Paquete T_{PE} determinada según la ecuación 6.

5 Generalizando a partir de la figura 18, la figura 20 representa una PPDU 2000 según una forma de realización. Los elementos de la figura 20 que presentan caracteres de referencia de la forma 20XX o 20XX-X son similares a elementos de la figura 17 que presentan caracteres de referencia respectivos de la forma 17XX o 17XX-X, y se omiten sus descripciones por motivos de brevedad.

10 La PPDU 2000 ilustrativa incluye $2M+\beta$ símbolos de datos de OFDM, donde M es la periodicidad de midámbulos. En el ejemplo mostrado, $\beta = 1$. Como consecuencia, después de los primeros M símbolos de datos de OFDM se inserta un midámbulo 2008-1, y debido a que la forma de realización se produjo según la ecuación 4 (o ecuación 19), otro midámbulo 2026 (innecesario) antes del último símbolo de datos de OFDM 2006- $2M+1$ y la PE 2010. El midámbulo 2026 es innecesario debido a que es probable que la ecualización necesaria para decodificar el último símbolo de datos de OFDM 2006- $2M+1$ sea sustancialmente igual a la ecualización necesaria para recibir el penúltimo símbolo de datos de OFDM 2006- $2M$ y la Extensión de Paquete (PE) 2010 no es un símbolo de OFDM que vaya a ser decodificado. Por lo tanto, la tercera estimación de canal 2022-3 y la tercera ecualización 2024-3 no son necesarias, lo cual significa que no se requiere el midámbulo innecesario 2026.

20 En una forma de realización, para evitar la inserción del midámbulo innecesario 2026, un transmisor determina el número de símbolos de OFDM N_{SYM} utilizados para codificar símbolos de datos en una PPDU de HE según la ecuación 1 o la ecuación 2, según corresponda, y el campo Longitud de la L-SIG de la PPDU de HE según la ecuación 3.

25 A continuación, en lugar de determinar el número de midámbulos N_{MA} según las ecuaciones 4 o 19, anteriormente, el transmisor puede determinar un número de midámbulos N_{MA} según:

$$N_{MA} = \begin{cases} \left\lfloor (N_{SYM} - \beta - 1) / M \right\rfloor \\ 0 \end{cases} \quad \begin{array}{l} \text{cuando el subcampo Doppler indica midámbulos,} \\ \text{en caso contrario.} \end{array} \quad \text{Ec. 19}$$

30 evitando de este modo la inserción de otro midámbulo cuando solo quedan por transmitir $M+\beta$ símbolos de datos de OFDM, $0 \leq \beta < M$ después de un último midámbulo. En una forma de realización, $\beta = 1$. De manera equivalente, debido a que para cualquier entero positivo y y z, $\lfloor y/z \rfloor \equiv \lfloor (y+1)/z \rfloor - 1$, la ecuación 19A es equivalente a:

$$N_{MA} = \begin{cases} \left\lfloor (N_{SYM} - \beta) / M \right\rfloor - 1 \\ 0 \end{cases} \quad \begin{array}{l} \text{cuando el subcampo Doppler indica midámbulos,} \\ \text{en caso contrario.} \end{array} \quad \text{Ec. 19B}$$

40 Cuando un receptor recibe la PPDU de HE, necesita deducir cuántos símbolos de datos de OFDM, N_{SYM} , se están transmitiendo en la HE-PPDU y qué cantidad de tiempo adicional, la duración de PE T_{PE} , se ha proporcionado para el procesamiento de recepción. Se pueden deducir ecuaciones para ello de la siguiente manera:

45 Etapa C1) la función de techo se puede eliminar de la ecuación 19B replanteando la ecuación 19B tal como se muestra a continuación con el uso de una variable desconocida adicional n_0 :

$$\text{para cierto } n_0, 0 \leq n_0 \leq M-1, \\ N_{MA} = \frac{N_{SYM} - \beta + n_0}{M} - 1 \Rightarrow N_{SYM} = M \cdot N_{MA} + M + \beta - n_0. \quad \text{Ec. 20B}$$

50 Etapa C2) la función de suelo se puede eliminar de la ecuación 5 replanteando la ecuación 5 tal como se muestra a continuación con el uso de una variable desconocida adicional α :

para cierto α , $0 \leq \alpha < 1$,

$$55 \left(\frac{L_{LENGTH} + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA} - N_{MA} T_{MA} \right) / T_{SYM} = N_{SYM} + b_{PE-Disambiguity} + \alpha. \quad \text{Ec. 21B}$$

Etapa C3) a partir de la etapa C1 y la etapa C2, se pueden deducir las siguientes ecuaciones:

$$\left(\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA} - N_{MA} T_{MA} \right) = T_{SYM} (M \cdot N_{MA} + M + \beta - n_0 + b_{PE-Disambiguity} + \alpha). \quad Ec. 22B$$

$$N_{MA} = \frac{\left(\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA} \right) - T_{SYM} (M + \beta - n_0 + b_{PE-Disambiguity} + \alpha)}{T_{MA} + M \cdot T_{SYM}} \quad Ec. 23B$$

- 5 Etapa C4) a partir de lo anterior, se pueden utilizar valores posibles mínimos y máximos de n_0 y α para determinar valores posibles mínimo (N_{MA_MIN}) y máximo (N_{MA_MAX}) para el número de midámbulos N_{MA} :

supóngase que $\alpha = 1$, $n_0 = M - 1$:

$$N_{MA_MAX} = \frac{\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA} - T_{SYM} (1 + \beta + b_{PE-Disambiguity})}{T_{MA} + M \cdot T_{SYM}} \quad Ec. 24B$$

supóngase que $\alpha = 0$, $n_0 = 0$:

$$N_{MA_MIN} = \frac{\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA} - T_{SYM} (1 + b_{PE-Disambiguity} + \beta + M)}{T_{MA} + M \cdot T_{SYM}} \quad Ec. 25B$$

y obsérvese que:

$$N_{MA_MIN} < N_{MA} < N_{MA_MAX} \quad Ec. 26B$$

- 20 Etapa C5) a partir de lo anterior, se determina una ecuación para $(N_{MA_MAX} - N_{MA_MIN})$ para determinar el alcance del intervalo de valores posibles para el número de midámbulos N_{MA} :

$$(N_{MA_MAX} - N_{MA_MIN}) = \frac{M \cdot T_{SYM}}{T_{MA} + M \cdot T_{SYM}}, \quad \text{que es } < 1 \quad Ec. 27B$$

- 25 Debido a que la diferencia entre N_{MA_MAX} y N_{MA_MIN} es menor que uno y N_{MA_MAX} es mayor que N_{MA_MIN} , suelo(N_{MA_MAX})=techo(N_{MA_MIN}). Basándose en esto y en que el número de midámbulos N_{MA} debe ser un entero positivo entre N_{MA_MAX} y N_{MA_MIN} ,

$$N_{MA} = \text{suelo}(N_{MA_MAX}) = \text{techo}(N_{MA_MIN}) \quad Ec. 28B$$

$$N_{MA} = \left\lceil \frac{\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA} - T_{SYM} (1 + \beta + b_{PE-Disambiguity})}{T_{MA} + M \cdot T_{SYM}} \right\rceil$$

$$= \left\lceil \frac{\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA} - T_{SYM} (1 + \beta + b_{PE-Disambiguity} + M)}{T_{MA} + M \cdot T_{SYM}} \right\rceil \quad Ec. 29B$$

Por lo tanto, el número de midámbulos N_{MA} se puede determinar sin determinar primero el número de símbolos de datos de OFDM N_{SYM} .

En una forma de realización según la ecuación 29B, un proceso de identificación de un número de símbolos de datos de OFDM N_{SYM} y una duración de la Extensión de Paquete T_{PE} a partir de una PPDU de HE que se recibe primero determina un número de midámbulos N_{MA} cuando el subcampo Doppler indica que existe presencia de midámbulos en una PPDU de HE según:

$$N_{MA} = \left\lceil \frac{\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA} - T_{SYM} (1 + \beta + b_{PE-Disambiguity})}{T_{MA} + M \cdot T_{SYM}} \right\rceil \quad Ec. 30B$$

Cuando el subcampo Doppler indica que no existe presencia de midámbulos en la PPDU de HE, el número de midámbulos N_{MA} es 0. A diferencia de un proceso basado en la ecuación 4, el proceso que utiliza la ecuación 30B para determinar el número de midámbulos N_{MA} no necesita determinar primero el valor de N_{SYM} para ello.

- 5 Una vez que se determina el número de midámbulos N_{MA} , el proceso puede determinar el número de símbolos de datos de OFDM N_{SYM} según la ecuación 5 y puede determinarse la duración de la Extensión de Paquete T_{PE} según la ecuación 6.

- 10 En otra forma de realización según la ecuación 29B, un proceso de identificación de un número de símbolos de datos de OFDM N_{SYM} y una duración de la Extensión de Paquete T_{PE} a partir de una PPDU de HE recibida determina un número de midámbulos N_{MA} cuando el subcampo Doppler indica que existe presencia de midámbulos en una PPDU de HE según:

$$N_{MA} = \left\lfloor \frac{\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA} - T_{SYM}(1 + \beta + b_{PE-Disambiguity} + M)}{T_{MA} + M \cdot T_{SYM}} \right\rfloor \quad Ec. 31B$$

- 15 Cuando el subcampo Doppler indica que no existe presencia de midámbulos en la PPDU de HE, el número de midámbulos N_{MA} es 0. El proceso que utiliza la ecuación 31B para determinar el número de midámbulos N_{MA} no necesita determinar primero el valor de N_{SYM} para ello.

- 20 Una vez que se determina el número de midámbulos N_{MA} , el proceso puede determinar el número de símbolos de datos de OFDM N_{SYM} según la ecuación 5 y puede determinarse la duración de la Extensión de Paquete T_{PE} según la ecuación 6.

- 25 Por ejemplo, dado $\beta=0$, cada número de midámbulos N_{MA} de la Ec. 1, la Ec. 3 y la Ec. 4 proporciona exactamente el mismo valor en el lado de TX. Las ecuaciones 19 y 19B generan el mismo valor para el número de midámbulos N_{MA} en el lado de recepción.

Como otro ejemplo, dado $\beta=1$, en el lado de TX, la sustitución de β por 1 en la ecuación 19B da:

$$N_{MA} = \begin{cases} \left\lfloor \frac{(N_{SYM} - 1)}{M} \right\rfloor - 1 \\ 0 \end{cases} \quad \text{cuando el subcampo Doppler indica midámbulos,} \quad Ec. 19C$$

en caso contrario.

y en el lado de recepción, cuando $\beta=1$, el número de midámbulos N_{MA} se determina o bien con:

$$N_{MA} = \left\lfloor \frac{\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA} - T_{SYM}(2 + b_{PE-Disambiguity})}{T_{MA} + M \cdot T_{SYM}} \right\rfloor \quad Ec. 30C$$

o bien con

$$N_{MA} = \left\lfloor \frac{\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA} - T_{SYM}(2 + b_{PE-Disambiguity} + M)}{T_{MA} + M \cdot T_{SYM}} \right\rfloor \quad Ec. 31C$$

- 40 Obsérvese que cuando $\beta=1$, el número de midámbulos N_{MA} es 0 o un entero positivo según la definición en la que el número de midámbulos N_{MA} es el número de midámbulo insertado cada M excepto dos casos. No se inserta ningún midámbulo después del último símbolo de datos de OFDM si $\text{mod}(N_{SYM}, N_{MA}) = 0$, y al final de una PPDU de HE, si $\text{mod}(N_{SYM}, N_{MA}) = 1$, tampoco se inserta ningún midámbulo antes del último símbolo de datos de OFDM.
- 45 En una forma de realización, β es un valor predeterminado.

En otra forma de realización, un proceso determina de la siguiente manera un número de símbolos de datos de OFDM N_{SYM} y una duración de la Extensión de paquete T_{PE} para una PPDU de HE recibida:

- 50 Cuando la información Doppler para la PPDU de HE indica que existen uno o más midámbulos en la PPDU de HE, el proceso determina un número de midámbulos N_{MA} según:

$$N_{MA} = \left\lfloor \frac{\left\lfloor \left(\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA} \right) / T_{SYM} \right\rfloor - b_{PE-Discambiguity} + 1}{T_{MA} / T_{SYM} + M} \right\rfloor \quad Ec. 32$$

o según:

$$N_{MA} = \left\lfloor \frac{\left\lfloor \left(\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA} \right) / T_{SYM} \right\rfloor - b_{PE-Discambiguity} + 1 - M}{T_{MA} / T_{SYM} + M} \right\rfloor \quad Ec. 33$$

De lo contrario, cuando la información Doppler indica que no existen midámbulos en la PPDU de HE, el número de midámbulos $N_{MA} = 0$.

- 10 El proceso determina entonces un número estimado de símbolos de OFDM T_N_{SYM} utilizados para decodificar datos según bien:

$$T_N_{SYM} = \left\lfloor \left(\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA} \right) / T_{SYM} \right\rfloor - b_{PE-Discambiguity} - \left\lfloor \frac{T_{MA}}{T_{SYM}} \left\lfloor \frac{\left\lfloor \left(\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA} \right) / T_{SYM} \right\rfloor - b_{PE-Discambiguity} + 1 - M}{T_{MA} / T_{SYM} + M} \right\rfloor \right\rfloor \quad Ec. 34$$

- 15 o bien

$$T_N_{SYM} = \left\lfloor \left(\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA} \right) / T_{SYM} \right\rfloor - b_{PE-Discambiguity} - \left\lfloor \frac{T_{MA}}{T_{SYM}} \left\lfloor \frac{\left\lfloor \left(\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA} \right) / T_{SYM} \right\rfloor - b_{PE-Discambiguity} + 1}{T_{MA} / T_{SYM} + M} \right\rfloor \right\rfloor \quad Ec. 35$$

- 20 Es necesario verificar el número estimado de símbolos de OFDM T_N_{SYM} determinando si T_T_{PE} es menor que 0 para obtener un valor final para N_{SYM} .

$$T_T_{PE} = \left\lfloor \frac{\left(\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA} - N_{MA} T_{MA} \right) - T_N_{SYM} T_{SYM}}{4} \right\rfloor \times 4 \quad Ec. 36$$

$$N_{SYM} = \begin{cases} T_N_{SYM} - 1 \\ T_N_{SYM} \end{cases} \quad \begin{matrix} \text{cuando } T_T_{PE} < 0, \\ \text{en caso contrario.} \end{matrix} \quad Ec. 37$$

A continuación, se determina la duración de PE T_{PE} según la ecuación 6, anteriormente.

Las anteriores ecuaciones 34 a 37, utilizadas para determinar los anteriores T_N_{SYM} y N_{SYM} , se deducen de la

siguiente manera a partir de la figura 19.

La figura 19 representa características de una PPDU 1900 que incluye un midámbulo 1908 según una forma de realización. La PPDU 1900 asimismo incluye un campo L-SIG 1902, un Preámbulo de HE 1904, una primera y una segunda porciones de un campo Datos 1906-1 y 1906-2, y una Extensión de Paquete (PE) 1910. La duración del Preámbulo de HE 1904 se indica con T_{PA} . La duración combinada de los midámbulos de la PPDU se indica con $T_{HE_MIDAMBLE}$. La duración de la PE 1910 se indica con T_{PE} .

La longitud desde el final del campo L-SIG 1902 hasta más allá del final de la PPDU es igual a un valor L_LENGTH de un campo de longitud del campo L-SIG 1902 más un número de bits Servicio (16) al comienzo de la primera porción del campo Datos 1906-1 más un número de bits Cola (6) al final de la última (en este caso, segunda) porción del campo Datos 1906-2 más m , m es 1 para una PPDU MU de HE o una PPDU de SU de ER y HE, y 2 en caso contrario.

Para obtener N_{SYM} en el lado de recepción, se utiliza la siguiente ecuación cuando la información Doppler se fija al primer estado (por ejemplo, 1), lo cual indica que existe el midámbulo:

$$\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 = T_{PA} + N_{SYM} T_{SYM} + N_{MA} T_{MA} + T_{PE} + T_{SYM} b_{PE-Distorsion} + \alpha$$

$$0 \leq \alpha < 4, 0 \leq T_{PE} + \alpha < T_{SYM}$$

Ec. 38

Etapa D1) a partir de la ecuación 38 se desprende que:

$$N_{SYM} T_{SYM} + N_{MA} T_{MA} + T_{SYM} b_{PE-Distorsion} = \frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA} - (T_{PE} + \alpha)$$

Ec. 39

$$\left[N_{SYM} + N_{MA} \frac{T_{MA}}{T_{SYM}} + b_{PE-Distorsion} \right] = \left[\frac{\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA} - (T_{PE} + \alpha)}{T_{SYM}} \right]$$

Ec. 40

$$N_{SYM} + \left[N_{MA} \frac{T_{MA}}{T_{SYM}} \right] = \left[\frac{\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA}}{T_{SYM}} - \frac{T_{PE} + \alpha}{T_{SYM}} \right] - b_{PE-Distorsion}$$

Ec. 41

Debido a que, en un receptor de una PPDU de HE, no se conoce T_{PE} sin N_{SYM} , $((T_{PE} + \alpha)/T_{SYM})$ se ignora temporalmente y el impacto de este término se verificará posteriormente. Como se muestra en la ecuación 42, a continuación, N_{SYM} se sustituye con T_N_{SYM} como número temporal del símbolo de datos de OFDM:

$$T_N_{SYM} + \left[N_{MA} \frac{T_{MA}}{T_{SYM}} \right] = \left[\frac{\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA}}{T_{SYM}} \right] - b_{PE-Distorsion}$$

Ec. 42

Etapa D2) a partir de lo anterior:

$$T_N_{SYM} = M \cdot N_{MA} + n_0, 0 \leq n_0 \leq M - 1$$

Ec. 43

Etapa D3) a partir de la etapa D1 y la etapa D2:

$$N_{MA} \frac{T_{MA}}{T_{SYM}} = \left[\frac{\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA}}{T_{SYM}} \right] - b_{PE-Distorsion} - T_N_{SYM} + \alpha, 0 \leq \alpha < 1$$

Ec. 44

$$\frac{T_{MA} N_{SYM} - n_0}{M} \frac{T_{MA}}{T_{SYM}} \approx \left\lfloor \frac{\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA}}{T_{SYM}} \right\rfloor - b_{PE-Distorsión} - T_{MA} N_{SYM} + \alpha$$

Ec. 45

$$T_{MA} N_{SYM} = \frac{M}{T_{MA}/T_{SYM} + M} \left(\frac{T_{MA}/T_{SYM} \cdot n_0}{M} + \left\lfloor \frac{\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA}}{T_{SYM}} \right\rfloor - b_{PE-Distorsión} + \alpha \right)$$

Ec. 45

5 Etapa D4) a partir de la etapa D2 y la etapa D3,

$$N_{MA} = \frac{T_{MA} N_{SYM} - n_0}{M}$$

Ec. 46

$$N_{MA} = \frac{1}{T_{MA}/T_{SYM} + M} \left(\left\lfloor \frac{\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA}}{T_{SYM}} \right\rfloor - b_{PE-Distorsión} + \alpha - n_0 \right)$$

$$0 \leq \alpha < 1, 0 \leq n_0 \leq M - 1$$

Ec. 47

10

Etapa D5) se hallan el valor mínimo y el valor máximo del número de midámbulos N_{MA} para hallar el límite:

Suponiendo que $\alpha = 1, n_0 = 0$,

$$\text{Max } N_{MA} = \frac{1}{T_{MA}/T_{SYM} + M} \left(\left\lfloor \frac{\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA}}{T_{SYM}} \right\rfloor - b_{PE-Distorsión} + 1 \right)$$

15

Ec. 48

Suponiendo que $\alpha = 0, n_0 = M - 1$,

$$\text{Min } N_{MA} = \frac{1}{T_{MA}/T_{SYM} + M} \left(\left\lfloor \frac{\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA}}{T_{SYM}} \right\rfloor - b_{PE-Distorsión} - M + 1 \right)$$

20

Ec. 49

$$\frac{1}{T_{MA}/T_{SYM} + M} \left(\left\lfloor \frac{\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA}}{T_{SYM}} \right\rfloor - b_{PE-Distorsión} - M + 1 \right) < N_{MA}$$

$$< \frac{1}{T_{MA}/T_{SYM} + M} \left(\left\lfloor \frac{\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA}}{T_{SYM}} \right\rfloor - b_{PE-Distorsión} + 1 \right)$$

Ec. 50

Etapa D6) se comprueba $(N_{MA} \text{ Max} - N_{MA} \text{ Min})$ para ver el intervalo de N_{MA} :

$$(\text{Max } N_{MA} - \text{Min } N_{MA}) = \frac{M}{T_{MA}/T_{SYM} + M} < 1$$

25

Ec. 51

Puesto que se supone que el número de midámbulos N_{MA} es un entero positivo dentro de $0 < (\text{Max}N_{MA} - \text{Min}N_{MA}) < 1$, N_{MA} debería ser un entero positivo, por lo que $\text{suelo}(\text{Max}N_M) = \text{techo}(\text{"ceil"})(\text{Min}N_M)$:

$$N_{MA} = \left\lceil \frac{1}{T_{MA}/T_{SYM} + M} \cdot \left(\left\lfloor \frac{\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA}}{T_{SYM}} \right\rfloor - b_{PE-Disambiguty} + 1 \right) \right\rceil$$

$$= \left\lceil \frac{1}{T_{MA}/T_{SYM} + M} \cdot \left(\left\lfloor \frac{\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA}}{T_{SYM}} \right\rfloor - b_{PE-Disambiguty} - M + 1 \right) \right\rceil$$

Ec. 52

5

A continuación, a partir de las ecuaciones anteriores,

$$T_{-}N_{SYM} = \left\lfloor \frac{\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA}}{T_{SYM}} \right\rfloor - b_{PE-Disambiguty} - \left\lfloor N_{MA} \frac{T_{MA}}{T_{SYM}} \right\rfloor$$

Ec. 53

10

$$T_{-}N_{SYM} = \left\lfloor \left(\frac{\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA}}{3} \right) / T_{SYM} \right\rfloor - b_{PE-Disambiguty}$$

Ec. 54

$$- \left\lfloor \frac{T_{MA}}{T_{SYM}} \cdot \frac{\left(\left\lfloor \frac{\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA}}{3} \right\rfloor / T_{SYM} \right) - b_{PE-Disambiguty} + 1 - M}{T_{MA}/T_{SYM} + M} \right\rfloor$$

$$T_{-}N_{SYM} = \left\lfloor \left(\frac{\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA}}{3} \right) / T_{SYM} \right\rfloor - b_{PE-Disambiguty}$$

$$- \left\lfloor \frac{T_{MA}}{T_{SYM}} \cdot \frac{\left(\left\lfloor \frac{\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA}}{3} \right\rfloor / T_{SYM} \right) - b_{PE-Disambiguty} + 1}{T_{MA}/T_{SYM} + M} \right\rfloor$$

Ec. 55

15

En otra forma de realización, un proceso determinaba el número de símbolos de datos de OFDM N_{SYM} y se determina una duración de la Extensión de paquete T_{PE} para una PPDU de HE recibida de la siguiente manera:

20

Cuando la información Doppler para la PPDU de HE indica que existen uno o más midámbulos en la PPDU de HE, el proceso determina un número de midámbulos N_{MA} según:

$$N_{MA} = \left\lceil \frac{\left(\left\lfloor \frac{\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA}}{3} \right\rfloor / T_{SYM} \right) - b_{PE-Disambiguty}}{T_{MA}/T_{SYM} + M} \right\rceil$$

Ec. 56

o según:

$$N_{MA} = \left\lfloor \frac{\left\lfloor \left(\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA} \right) / T_{SYM} \right\rfloor - b_{PE_Disambiguty} - M}{T_{MA} / T_{SYM} + M} \right\rfloor.$$

Ec. 56

5 De lo contrario, cuando la información Doppler indica que no existen midámbulos en la PPDU de HE, el número de midámbulos $N_{MA} = 0$.

El proceso determina entonces un número estimado de símbolos de OFDM T_N_{SYM} utilizados para decodificar datos según bien:

$$T_N_{SYM} = \left\lfloor \left(\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA} \right) / T_{SYM} \right\rfloor - b_{PE_Disambiguty} - \left\lfloor \frac{T_{MA}}{T_{SYM}} \left[\frac{\left\lfloor \left(\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA} \right) / T_{SYM} \right\rfloor - b_{PE_Disambiguty} - M}{T_{MA} / T_{SYM} + M} \right] \right\rfloor$$

Ec. 57

o bien

$$T_N_{SYM} = \left\lfloor \left(\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA} \right) / T_{SYM} \right\rfloor - b_{PE_Disambiguty} - \left\lfloor \frac{T_{MA}}{T_{SYM}} \left[\frac{\left\lfloor \left(\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA} \right) / T_{SYM} \right\rfloor - b_{PE_Disambiguty}}{T_{MA} / T_{SYM} + M} \right] \right\rfloor$$

Ec. 58

15 Es necesario verificar el número estimado de símbolos de OFDM T_N_{SYM} determinando si T_T_{PE} es menor que 0 para obtener un valor final para N_{SYM} .

$$T_T_{PE} = \left\lfloor \frac{\left(\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA} - N_{MA} T_{MA} \right) - T_N_{SYM} T_{SYM}}{4} \right\rfloor \times 4.$$

Ec. 59

$$N_{SYM} = \begin{cases} T_N_{SYM} - 1 \\ T_N_{SYM} \end{cases} \quad \text{cuando } T_T_{PE} < 0, \quad \text{Ec. 60}$$

en caso contrario.

25 A continuación se determina la duración de PE T_{PE} según la ecuación 6, anteriormente.

Las anteriores ecuaciones 57-60 utilizadas para determinar los anteriores T_N_{SYM} y N_{SYM} se deducen de la siguiente manera: Para obtener N_{SYM} en el lado de recepción, se utiliza la siguiente ecuación cuando la información Doppler se fija al primer estado (por ejemplo, 1) el cual indica que existe el midámbulo:

$$\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 = T_{PA} + N_{SYM} T_{SYM} + N_{MA} T_{MA} + T_{PE} + T_{SYM} b_{PE-Dissimilarity} + \alpha$$

$$0 \leq \alpha < 4, 0 \leq T_{PE} + \alpha < T_{SYM}$$

Ec. 61

Etapla E1) a partir de la ecuación 61 se desprende que:

$$N_{SYM} T_{SYM} + N_{MA} T_{MA} + T_{SYM} b_{PE-Dissimilarity} = \frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA} - (T_{PE} + \alpha)$$

Ec. 62

$$\left[N_{SYM} + N_{MA} \frac{T_{MA}}{T_{SYM}} + b_{PE-Dissimilarity} \right] = \left[\frac{\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA} - (T_{PE} + \alpha)}{T_{SYM}} \right]$$

Ec. 63

$$N_{SYM} + \left[N_{MA} \frac{T_{MA}}{T_{SYM}} \right] = \left[\frac{\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA}}{T_{SYM}} - \frac{T_{PE} + \alpha}{T_{SYM}} \right] - b_{PE-Dissimilarity}$$

Ec. 64

Puesto que en un receptor de una PPDU de HE no se conoce T_{PE} sin N_{SYM} , $((T_{PE} + \alpha)/T_{SYM})$ se ignora temporalmente, y el impacto de este término se verificará posteriormente. Como se muestra en la ecuación 42, a continuación, N_{SYM} se sustituye con T_N_{SYM} como número temporal del símbolo de datos de OFDM:

$$T_N_{SYM} + \left[N_{MA} \frac{T_{MA}}{T_{SYM}} \right] = \left[\frac{\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA}}{T_{SYM}} \right] - b_{PE-Dissimilarity}$$

Ec. 65

Etapla E2) a partir de lo anterior:

$$T_N_{SYM} = M \cdot N_{MA} + n_0 + 1, 0 \leq n_0 \leq M - 1$$

66

Etapla E3) a partir de la etapa E1 y la etapaE2:

$$N_{MA} \frac{T_{MA}}{T_{SYM}} = \left[\frac{\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA}}{T_{SYM}} \right] - b_{PE-Dissimilarity} - T_N_{SYM} + \alpha, 0 \leq \alpha < 1$$

Ec. 67

$$\frac{T_N_{SYM} - n_0 - 1}{M} \cdot \frac{T_{MA}}{T_{SYM}} = \left[\frac{\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA}}{T_{SYM}} \right] - b_{PE-Dissimilarity} - T_N_{SYM} + \alpha$$

Ec. 68

$$T_N_{SYM} = \frac{M}{T_{MA}/T_{SYM} + M} \left(\frac{T_{MA}/T_{SYM}}{M} \cdot (n_0 + 1) + \left[\frac{\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA}}{T_{SYM}} \right] - b_{PE-Dissimilarity} + \alpha \right)$$

Ec. 69

Etapla E4) a partir de la etapa E2 y la etapaE3,

$$N_{MA} = \frac{T_{MA} N_{SYM} - 1 - n_0}{M}$$

Ec. 70

$$N_{MA} = \frac{1}{T_{MA}/T_{SYM} + M} \cdot \left(\left\lfloor \frac{\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA}}{T_{SYM}} \right\rfloor - b_{PE-Disambiguity} + \alpha - n_0 - 1 \right)$$

$$0 \leq \alpha < 1, 0 \leq n_0 \leq M-1$$

Ec. 71

5 Etapa E5) se hallan el valor mínimo y el valor máximo de N_{MA} para hallar el límite:

Suponiendo que $\alpha = 1$, $n_0 = 0$,

$$\text{Max } N_{MA} = \frac{1}{T_{MA}/T_{SYM} + M} \cdot \left(\left\lfloor \frac{\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA}}{T_{SYM}} \right\rfloor - b_{PE-Disambiguity} \right)$$

Ec. 72

10

Suponiendo que $\alpha = 0$, $n_0 = M-1$,

$$\text{Min } N_{MA} = \frac{1}{T_{MA}/T_{SYM} + M} \cdot \left(\left\lfloor \frac{\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA}}{T_{SYM}} \right\rfloor - b_{PE-Disambiguity} - M \right)$$

Ec. 73

$$\frac{1}{T_{MA}/T_{SYM} + M} \cdot \left(\left\lfloor \frac{\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA}}{T_{SYM}} \right\rfloor - b_{PE-Disambiguity} - M \right) < N_{MA}$$

15

Ec. 74

Etapa E6) Etapa D6) se comprueba ($\text{Max}N_{MA} - \text{Min}N_{MA}$) para ver el intervalo de N_{MA} :

$$(\text{Max}N_{MA} - \text{Min}N_{MA}) = \frac{M}{T_{MA}/T_{SYM} + M} < 1$$

Ec. 75

20

Puesto que se supone que N_{MA} es un entero positivo dentro de $0 < (\text{Max}N_{MA} - \text{Min}N_{MA}) < 1$, N_{MA} debería ser un entero positivo, por lo que suelo($\text{Max}N_{MA}$) = techo($\text{Min}N_{MA}$):

$$\begin{aligned} N_{MA} &= \left\lceil \frac{1}{T_{MA}/T_{SYM} + M} \cdot \left(\left\lfloor \frac{\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA}}{T_{SYM}} \right\rfloor - b_{PE-Disambiguity} \right) \right\rceil \\ &= \left\lceil \frac{1}{T_{MA}/T_{SYM} + M} \cdot \left(\left\lfloor \frac{\frac{L_LENGTH + m + 3}{3} \times 4 - T_{PA}}{T_{SYM}} \right\rfloor - b_{PE-Disambiguity} - M \right) \right\rceil \end{aligned}$$

Ec. 76

25

A continuación, a partir de las ecuaciones anteriores,

$$T_{\text{...}} N_{\text{SYM}} = \left\lceil \frac{\left(\frac{L_{\text{LENGTH}} + m + 3}{3} \times 4 - T_{\text{PA}} \right)}{T_{\text{SYM}}} \right\rceil - b_{\text{PE-Dissociation}} - \left\lceil N_{\text{MA}} \frac{T_{\text{MA}}}{T_{\text{SYM}}} \right\rceil, \quad \text{y} \quad \text{Ec. 77}$$

$$T_{\text{...}} N_{\text{SYM}} = \left\lceil \left(\frac{\left(\frac{L_{\text{LENGTH}} + m + 3}{3} \times 4 - T_{\text{PA}} \right)}{T_{\text{SYM}}} \right) - b_{\text{PE-Dissociation}} \right\rceil + \left\lceil \frac{\frac{T_{\text{MA}}}{T_{\text{SYM}}} \left\lceil \left(\frac{\left(\frac{L_{\text{LENGTH}} + m + 3}{3} \times 4 - T_{\text{PA}} \right)}{T_{\text{SYM}}} \right) - b_{\text{PE-Dissociation}} \right\rceil - M}{T_{\text{MA}}/T_{\text{SYM}} + M} \right\rceil, \quad \text{Ec. 78}$$

5 o

$$T_{\text{...}} N_{\text{SYM}} = \left\lceil \left(\frac{\left(\frac{L_{\text{LENGTH}} + m + 3}{3} \times 4 - T_{\text{PA}} \right)}{T_{\text{SYM}}} \right) - b_{\text{PE-Dissociation}} \right\rceil + \left\lceil \frac{\frac{T_{\text{MA}}}{T_{\text{SYM}}} \left\lceil \left(\frac{\left(\frac{L_{\text{LENGTH}} + m + 3}{3} \times 4 - T_{\text{PA}} \right)}{T_{\text{SYM}}} \right) - b_{\text{PE-Dissociation}} \right\rceil}{T_{\text{MA}}/T_{\text{SYM}} + M} \right\rceil, \quad \text{Ec. 79}$$

10 En otra forma de realización de la invención, cuando se recibe una PPDU de HE en la que la información Doppler está fijada para indicar que existen uno o más midámbulos, si se producen pérdidas de señal durante la recepción antes de completar la recepción de la PSDU, se notificará al MAC la condición de error PHYRXEND.indication(CarrierLost). Después de esperar al final de la PPDU según determine la siguiente ecuación 80, la PHY fijará la primitiva PHY-CCA.indication (IDLE) y volverá al estado EN REPOSO de RX.

$$\begin{aligned} \text{RXTIME} &= 20 + T_{\text{PA}} + N_{\text{SYM}} T_{\text{SYM}} + N_{\text{MA}} T_{\text{MA}} + T_{\text{PE}} + SE \\ T_{\text{MA}} &= N_{\text{HE-LTF}} T_{\text{HE-LTF}} + (T_{\text{HE-STF}}) \end{aligned} \quad \text{Ec. 80}$$

Obsérvese que la duración de HE-STF $T_{\text{HE-STF}}$ podría omitirse en la ecuación 20.

20 La figura 21 representa un proceso 2100, según una forma de realización, para recibir una PPDU que presenta un campo de datos que incluye midámbulos. Los símbolos pueden ser símbolos en un campo de datos de la PPDU en la que se insertan midámbulos. El proceso 2100 lo puede llevar a cabo un dispositivo inalámbrico que incluye un receptor, y el dispositivo inalámbrico puede incluir un procesador configurado para llevar a cabo el proceso 2100.

25 En S2102, el proceso 2100 determina un formato de una PPDU que se está recibiendo. La determinación del formato de la PPDU que se está recibiendo puede incluir recibir unos primeros cuatro símbolos comenzando con L-STF de la PPDU que se está recibiendo, determinar un método de modulación del tercer y cuarto símbolos de los símbolos recibidos y determinar si el contenido del cuarto símbolo es igual al contenido del tercer símbolo. El tercer símbolo puede ser un símbolo de un campo Señal Heredada (L-Sig).

30 Cuando los tercer y cuarto símbolos se modulan utilizando BPSK, el tercer símbolo es un símbolo de campo L-SIG, y el cuarto símbolo transporta un duplicado del contenido del campo L-SIG, la PPDU que se está recibiendo es una PPDU de HE, y la determinación del formato puede incluir, además, recibir unos quinto y sexto símbolos, y determinar el formato de la PPDU que se está recibiendo según un valor de un campo Longitud del campo L-SIG módulo 3 y los métodos de modulación del quinto y sexto símbolos, según se ha descrito con respecto a la figura 12.

35 En S2104, el proceso 2100 determina si la PPDU que se está recibiendo es una PPDU de HE. Como respuesta a la determinación de que la PPDU que se está recibiendo es una PPDU de HE, en S2104 el proceso 2100 prosigue hacia S2106; en caso contrario, se sale del proceso 2100.

40 En S2106, el proceso 2100 determina si la PPDU que se está recibiendo es una PPDU de Usuario Único de Alcance Ampliado (ER SU) y HE o Multiusuario (MU) de HE. Como respuesta a la determinación de que la PPDU que se está recibiendo es bien una PPDU MU de HE o bien una PPDU de SU de ER y HE, en S2106 el proceso

2100 prosigue hacia S2110; en caso contrario, el proceso 2100 prosigue hacia S2108.

En S2108, el proceso S2100 fija un modificador m a 1 como respuesta a que la PPDU que se está recibiendo no sea ni una PPDU MU de HE ni una PPDU de SU de ER y HE, y a continuación prosigue hacia S2112.

En S2110, el proceso S2100 fija un modificador m a 2 como respuesta a que la PPDU que se está recibiendo sea bien una PPDU MU de HE o bien una PPDU de SU de ER y HE, y a continuación prosigue hacia S2112.

En S2112, el proceso S2100 decodifica un campo Señal A de HE (HE-SIG-A). Cuando la PPDU que se está recibiendo es una PPDU de SU de ER y HE, la decodificación del campo HE-SIG-A incluye recibir y decodificar del quinto al octavo símbolos de la PPDU que se está recibiendo. Cuando la PPDU que se está recibiendo es una PPDU MU de HE, una PPDU TB de HE o una PPDU de SU de HE, la decodificación del campo HE-SIG-A incluye recibir y decodificar del quinto al sexto símbolo de la PPDU que se está recibiendo.

En S2114, el proceso S2100 determina si el campo HE-SIG-A indica que la PPDU que se está recibiendo incluye midámbulos. En una forma de realización, el proceso S2100 determina que la PPDU que se está recibiendo incluye midámbulos como respuesta a un campo Doppler del campo HE-SIG-A que presente un valor (por ejemplo, 1) correspondiente a un primer estado, y determina que la PPDU que se está recibiendo no incluye midámbulos cuando el campo Doppler no presente el valor correspondiente al primer estado (es decir, presenta un valor distinto del valor correspondiente al primer estado).

Como respuesta a la determinación de que la PPDU que se está recibiendo incluye midámbulos, en S2114 el proceso 2100 prosigue hacia S2116; en caso contrario, se sale del proceso 2100.

En S2116, el proceso 2100 determina valores de un campo Longitud de L-SIG L_LENGTH, un bit Desambiguación de Extensión de Paquete (PE) $b_{PE-Disambiguity}$, una duración de HE-LTF T_{HE-LTF} , una duración de preámbulo T_{PA} , una duración de midámbulo T_{MA} , una duración de un símbolo de un campo de datos de la PPDU que se está recibiendo T_{SYM} (en adelante en la presente memoria, duración de símbolo de datos T_{SYM}) y una periodicidad de midámbulos M .

El proceso 2100 determina el valor del campo Longitud de L-SIG L_LENGTH utilizando el campo L-SIG recibido de la PPDU que se está recibiendo. El proceso 2100 determina los valores del bit Desambiguación de PE $b_{PE-Disambiguity}$, la periodicidad de midámbulos M y la duración de símbolo de datos T_{SYM} utilizando información del campo HE-SIG-A según un estándar aplicable. En una forma de realización, el estándar aplicable es el estándar 802.11ax del IEEE o un sucesor del mismo.

El proceso 2100 determina la duración de HE-LTF T_{HE-LTF} correspondiente a la duración de los HE-LTF incluidos en la PPDU que se está recibiendo, con el uso de información del campo HE-SIG-A según el estándar aplicable. Tal como se utiliza en la presente memoria, la duración de HE-LTF T_{HE-LTF} incluye una duración de un intervalo de guarda incluido en cada HE-LTF.

El proceso 2100 determina que el valor de la duración de preámbulo T_{PA} es igual a una suma de una duración del campo RL-SIG (4 μ s), una duración del campo HE-SIG-A (16 μ s para una PPDU de SU de ER y HE, 8 μ s en caso contrario), una duración de un campo HE-SIG-B si el mismo está presente (variable), una duración de un HE-STF (8 μ s para una PPDU TB de HE, 4 μ s en caso contrario) y las duraciones combinadas de uno o más HE-LTF que suceden inmediatamente al HE-STF (en adelante en la presente memoria, al número de los mismos se le hace referencia como número de HE-LTF N_{HE-LTF}). El proceso 2100 determina el número de HE-LTF N_{HE-LTF} utilizando información del campo HE-SIG-A según el estándar aplicable.

El proceso 2100 determina el valor de la duración de midámbulo T_{MA} según el producto del número de HE-LTF N_{HE-LTF} y la duración de HE-LTF T_{HE-LTF} , según se establezca en el estándar aplicable:

$$T_{MA} = N_{HE-LTF} \cdot T_{HE-LTF} \quad \text{Ec. 81}$$

En S2118, el proceso 2100 determina un valor de un número de midámbulos N_{MA} utilizando los valores determinados en S2116. En una forma de realización, el valor del número de midámbulos N_{MA} se determina según la ecuación 30B, anteriormente, utilizando un valor de β establecido por el estándar aplicable, en donde β es un valor entero mayor que o igual a cero que indica el número de símbolos de datos por encima de la periodicidad de midámbulos M que se permite al final de un campo de datos sin requerir la inserción de otro midámbulo. En una forma de realización, el valor del número de midámbulos N_{MA} se determina según la ecuación 31B, anteriormente, utilizando el valor de β establecido por el estándar aplicable. En algunas formas de realización, el valor de β es 0. En otras formas de realización, el valor de β es 1.

En S2120, el proceso 2100 determina un valor del número de símbolos de datos N_{SYM} y un valor de una duración de PE T_{PE} . En una forma de realización, el proceso 2100 determina el valor del número de símbolos de datos N_{SYM}

según la ecuación 5, anteriormente, y, a continuación, determina el valor de la duración de PE T_{PE} según la ecuación 6, anteriormente.

En 2122, el proceso 2100 recibe un campo de datos de la PPDU que se está recibiendo, con el uso de la información determinada en S2102 a S2120. La recepción del campo de datos puede incluir recibir iterativamente un número de símbolos de datos igual a la periodicidad de midámbulos M y un midámbulo que sucede inmediatamente a los símbolos de datos hasta que el número de midámbulos recibidos sea igual al número de midámbulos N_{MA} determinado en S2118. Cada midámbulo consiste en N_{HE-LTF} HE-LTF.

Una vez que se han completado las iteraciones, se reciben entonces los símbolos de datos restantes. A continuación se sale del proceso 2100. El número de símbolos de datos restantes N_{remain} es

$$N_{remain} = N_{SYM} - (M \cdot N_{MA}) \quad \text{Ec. 82}$$

La figura 22 representa un proceso 2222, según una forma de realización, para recibir un campo de datos de una PPDU que incluye midámbulos. El proceso 2222 se puede llevar a cabo en S2122 del proceso 2100 de la figura 21.

En S2202, el proceso 2222 inicia un contador de bucle N a 1. En S2204, el proceso 2222 recibe una pluralidad $N_{ésima}$ de símbolos de datos consecutivos, en donde el número de símbolos de datos en cada pluralidad de símbolos de datos consecutivos es igual a la periodicidad de midámbulos M .

En S2206, el proceso 2222 recibe un midámbulo $N_{ésimo}$. En S2208, el proceso 2222 incrementa el contador de bucle N en 1.

En S2210, como respuesta a que el contador de bucle N presente un valor menor que o igual a un valor del número de midámbulos N_{MA} , el proceso 2222 prosigue hacia S2204; en caso contrario, en S2210, el proceso 2222 prosigue hacia S2212.

En S2212, el proceso 2222 recibe los símbolos de datos restantes. El número de símbolos de datos restantes se puede determinar según la ecuación 82, anteriormente.

Las soluciones proporcionadas en la presente memoria se han descrito en referencia a un sistema de LAN inalámbrica; no obstante, debe entenderse que estas soluciones asimismo son aplicables a otros entornos de red, tales como redes de telecomunicaciones celulares, redes por cable, y otras.

La explicación y las figuras anteriores se aplican a una estación de HE, una trama de HE, una PPDU de HE, un campo HE-SIG y similares de la mejora 802.11ax del IEEE, pero asimismo se pueden aplicar a un receptor, una trama, una PPDU, un campo SIG y similares de otra mejora futura del 802.11 del IEEE.

Las formas de realización de la presente divulgación incluyen dispositivos electrónicos configurados para llevar a cabo una o más de las operaciones descritas en la presente memoria. No obstante, las formas de realización no se limitan a ello.

Las formas de realización de la presente divulgación pueden incluir, además, sistemas configurados para funcionar utilizando los procesos descritos en la presente memoria. Los sistemas pueden incluir conjuntos básicos de servicios (BSSs) tales como los BSSs 100 de la figura 1, pero las formas de realización no se limitan a ello.

Las formas de realización de la presente divulgación pueden implementarse en forma de instrucciones de programa ejecutables a través de diversos medios informáticos, tales como un procesador o microcontrolador, y grabadas en un medio no transitorio legible por ordenador. El medio no transitorio legible por ordenador puede incluir uno o más de instrucciones de programa, archivos de datos, estructuras de datos y similares. Las instrucciones del programa pueden adaptarse para ejecutar los procesos y para generar y decodificar las tramas descritas en la presente memoria cuando se ejecutan en un dispositivo tal como los dispositivos inalámbricos representados en la figura 1.

En una forma de realización, el medio no transitorio legible por ordenador puede incluir una memoria de solo lectura (ROM), una memoria de acceso aleatorio (RAM) o una memoria *flash*. En una forma de realización, el medio no transitorio legible por ordenador puede incluir un disco magnético, óptico o magnetoóptico, tal como una unidad de disco duro, un disquete, un CD-ROM y similares.

En algunos casos, una forma de realización de la invención puede ser un aparato (por ejemplo, una estación de AP, una estación no AP u otro dispositivo de red o informático) que incluya una o más estructuras lógicas de *hardware* y *software* para llevar a cabo una o más de las operaciones descritas en la presente memoria. Por ejemplo, como se ha descrito anteriormente, el aparato puede incluir una unidad de memoria, que almacena

instrucciones que pueden ser ejecutadas por un procesador de *hardware* instalado en el aparato. El aparato asimismo puede incluir uno o más elementos de *hardware* o *software*, incluidos una interfaz de red, un dispositivo de visualización, etcétera.

- 5 El orden de las operaciones descritas en un proceso es ilustrativo y algunas operaciones pueden reordenarse. Además, se pueden combinar dos o más formas de realización.

REIVINDICACIONES

1. Método para transmitir una Unidad de Datos de Protocolo de capa Física, PPDU, Basada en una Activación, TB, de Alta Eficiencia, HE (1100), comprendiendo el método:
5 recibir una trama de activación (800) que solicita una transmisión de una PPDU TB de HE (1100), comprendiendo la trama de activación (800) un subcampo de Doppler (948) y un subcampo (952) que comprende un valor que indica una periodicidad de midámbulos de la PPDU TB de HE (1100) solicitada;
10 determinar que el subcampo de Doppler (948) de la trama de activación (800) recibida está fijado a un primer estado que indica que la PPDU TB de HE (1100) solicitada se va a transmitir con midámbulos;
15 cuando el subcampo de Doppler se fija al primer estado, utilizar un valor para la periodicidad de midámbulos de la PPDU TB de HE (1100) solicitada según el valor comprendido en el subcampo (952) de la trama de activación (800);
20 generar un campo de datos de la PPDU TB de HE (1100) solicitada según el valor para la periodicidad de midámbulos, en el que el campo de datos comprende midámbulos; y
25 transmitir la PPDU TB de HE (1100) solicitada que incluye el campo de datos.
2. Método según la reivindicación 1, en el que el subcampo (952) que comprende el valor que indica la periodicidad de midámbulos se incluye en un Campo Info Común (910) de la trama de activación (800).
3. Método según la reivindicación 1 o 2, en el que el subcampo de Doppler (948) se incluye en un Campo Info Común (910) de la trama de activación (800).
4. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el valor para la periodicidad de midámbulos es M, y el campo de datos de la PPDU TB de HE (1100) solicitada comprende una porción de datos (1108) que incluye M símbolos de datos, y un campo de midámbulo insertado después de la porción de datos (1108) y que incluye uno o más Campos de Entrenamiento Largos, LTF, de HE (1106_M).
5. Método según la reivindicación 4, en el que el número de HE-LTF (1106_M) en el campo de midámbulo es igual a un número de HE-LTF (1106_P) en un preámbulo de la PPDU TB de HE (1100) solicitada.
6. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la trama de activación (800) se utiliza para asignar recursos para una transmisión Multiusuario, MU, de Enlace Ascendente, UL, y la PPDU TB de HE (1100) solicitada pertenece a la transmisión MU de UL.
7. Estación configurada para transmitir una Unidad de Datos de Protocolo de capa Física, PPDU, Basada en una Activación, TB, de Alta Eficiencia, HE, (1100) que comprende:
45 un receptor configurado para recibir una trama de activación (800) que solicita una transmisión de una PPDU TB de HE (1100), comprendiendo la trama de activación (800) un subcampo de Doppler (948) y un subcampo (952) que comprende un valor que indica una periodicidad de midámbulos de la PPDU TB de HE (1100) solicitada;
50 una unidad de procesamiento configurada para
55 - determinar que el subcampo de Doppler (948) de la trama de activación (800) recibida está fijado a un primer estado que indica que la PPDU TB de HE (1100) solicitada se va a transmitir con midámbulos;
60 - cuando el subcampo de Doppler está fijado al primer estado, utilizar un valor para la periodicidad de midámbulos de la PPDU TB de HE (1100) solicitada según el valor comprendido en el subcampo (952) de la trama de activación (800); y
65 - generar un campo de datos de la PPDU TB de HE (1100) solicitada según el valor para la periodicidad de midámbulos, en la que el campo de datos comprende midámbulos; y
70 un transmisor configurado para transmitir la PPDU TB de HE (1100) solicitada que incluye el campo de datos.
8. Estación según la reivindicación 7, en la que el subcampo (952) que comprende el valor que indica la periodicidad de midámbulos está incluido en un Campo Info Común (910) de la trama de activación (800).
9. Estación según la reivindicación 7 u 8, en la que el subcampo de Doppler (948) está incluido en un Campo Info Común (910) de la trama de activación (800).

- 5 10. Estación según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, en la que el valor para la periodicidad de midámbulos es M, y el campo de datos de la PPDU TB de HE (1100) solicitada comprende una porción de datos (1108) que incluye M símbolos de datos, y un campo de midámbulo insertado después de la porción de datos (1108) y que incluye uno o más Campos de Entrenamiento Largos, LTF, de HE (1106_M).
11. Estación según la reivindicación 10, en la que el número de HE-LTF (1106_M) en el campo de midámbulo es igual a un número de HE-LTF (1106_P) en un preámbulo de la PPDU TB de HE (1100) solicitada.
- 10 12. Estación según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 11, en la que la trama de activación (800) se utiliza para asignar recursos para una transmisión Multiusuario, MU, de Enlace Ascendente, UL, y la PPDU TB de HE (1100) solicitada pertenece a la transmisión MU de UL.

FIG. 1

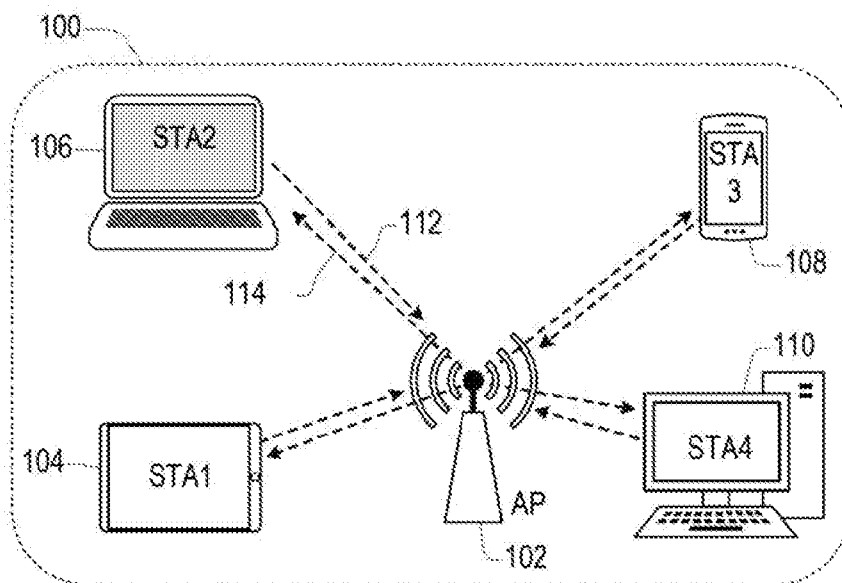
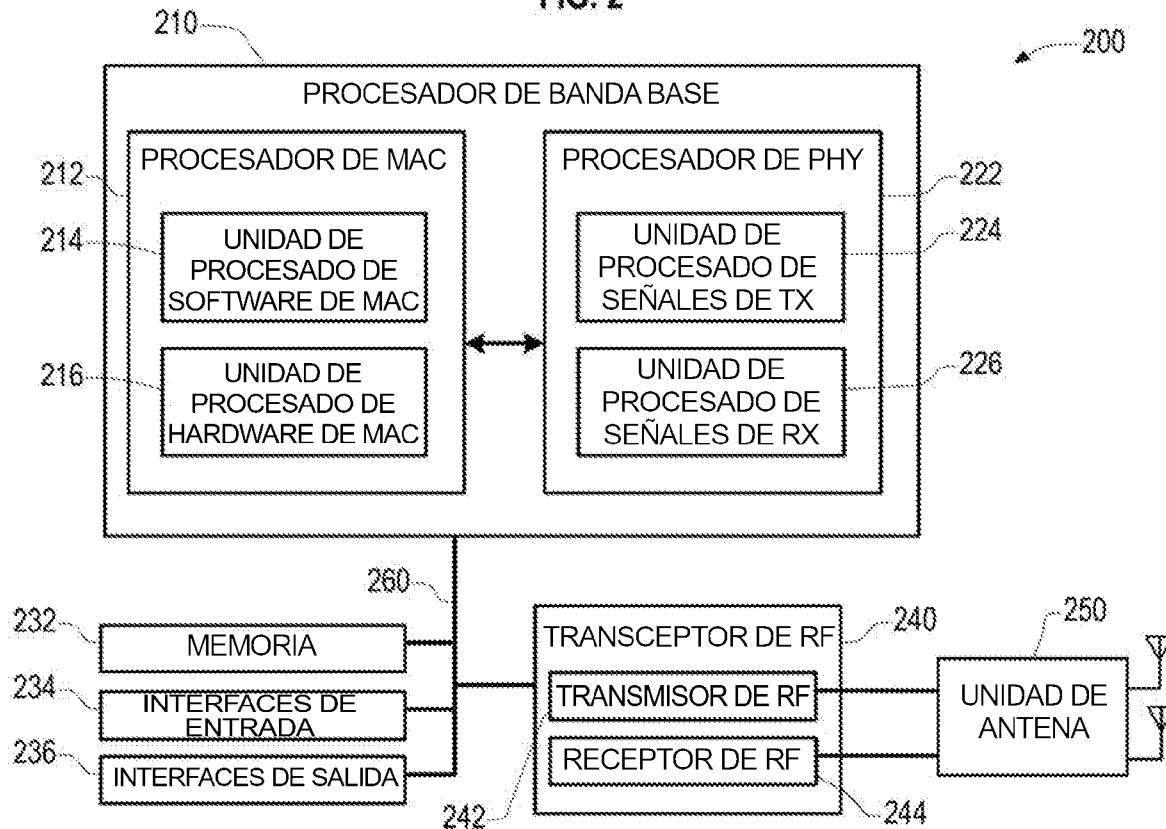
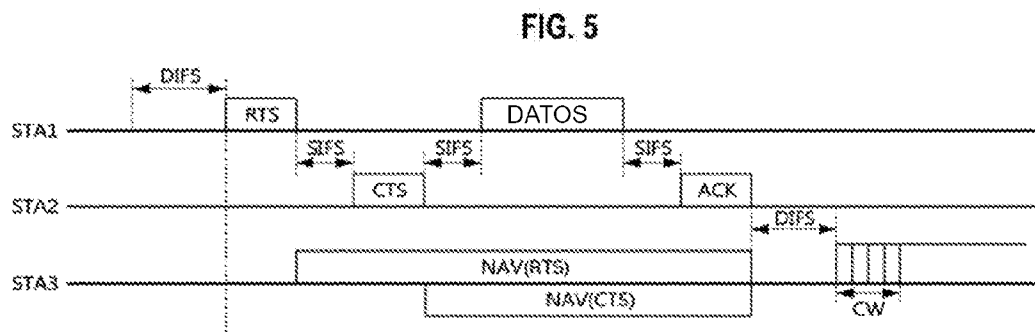
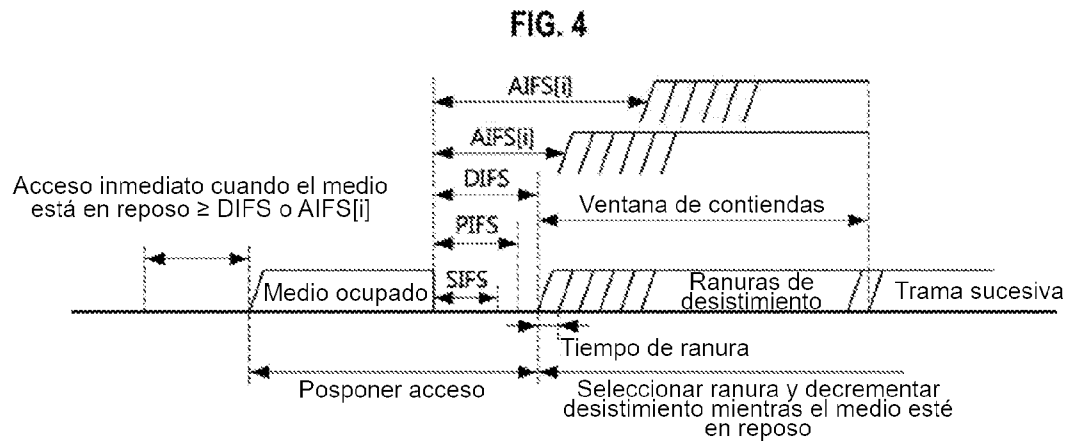
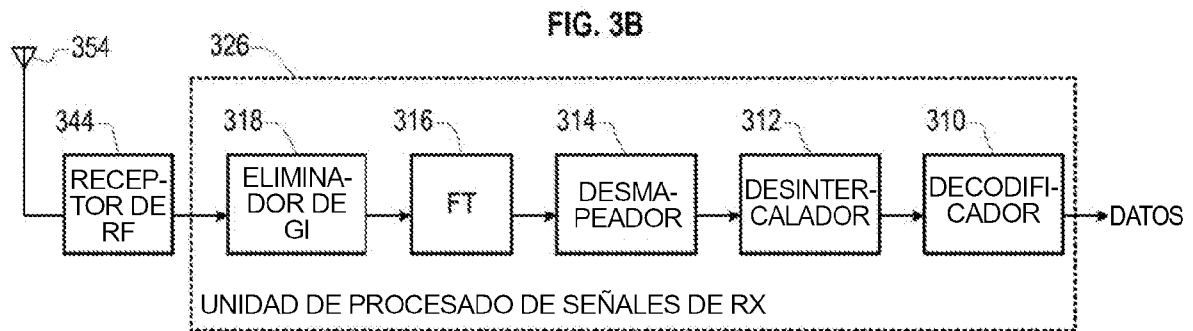
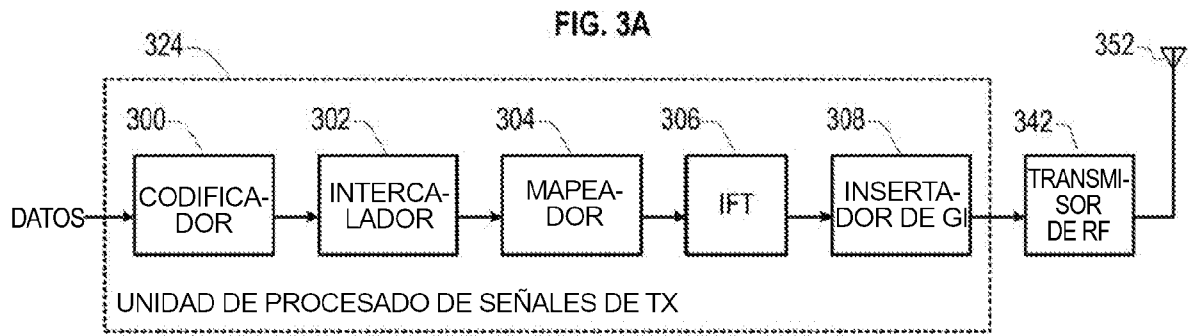


FIG. 2





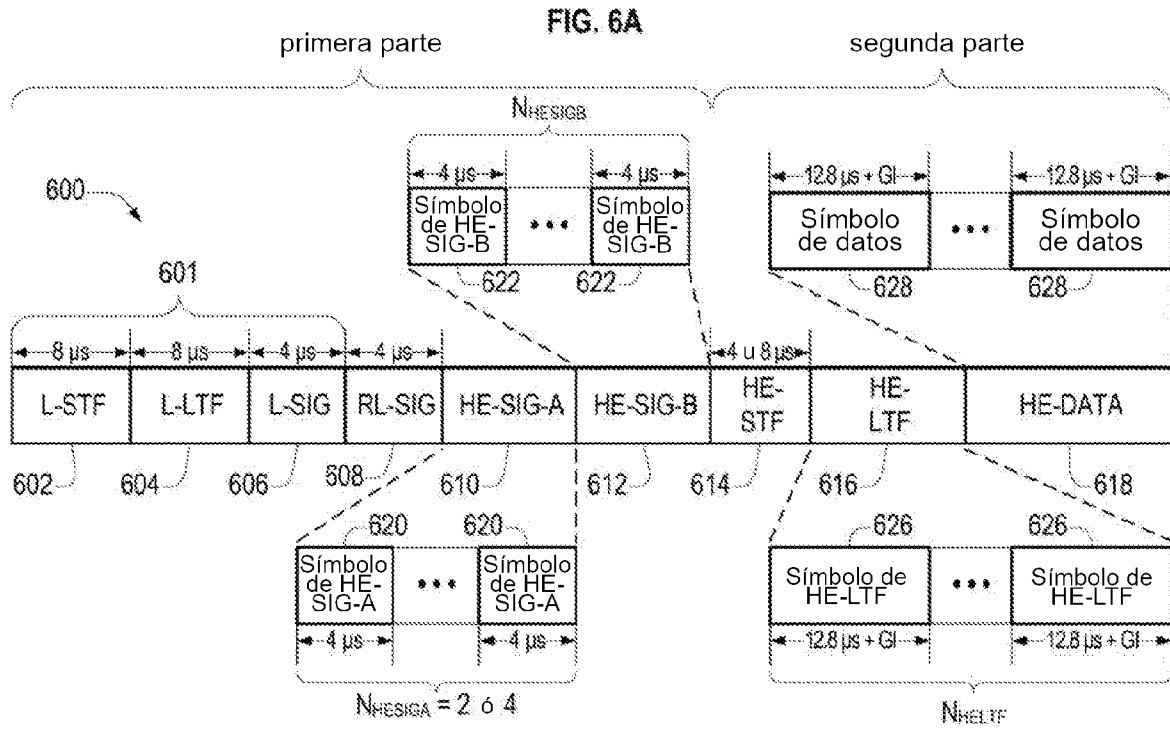


Tabla 1:

FIG. 6B

Elemento	definición	duración	periodo de DFT	GI	Separación entre subportadoras
L-STF	Campo Entrenamiento Corto no de HT	8 μs	-	-	equiv. a 1,250 kHz
L-LTF	Campo Entrenamiento Largo no de HT	8 μs	3.2 μs	1.6 μs	312.5 kHz
L-SIG	Campo Señal No de HT	4 μs	3.2 μs	0.8 μs	312.5 kHz
RL-SIG	Campo Señal No de HT Repetida	4 μs	3.2 μs	0.8 μs	312.5 kHz
HE-SIG-A	Campo SEÑAL A de HE	$N_{\text{HESIGA}} \times 4 \mu\text{s}$	3.2 μs	0.8 μs	312.5 kHz
HE-SIG-B	Campo SEÑAL B de HE	$N_{\text{HESIGB}} \times 4 \mu\text{s}$	3.2 μs	0.8 μs	312.5 kHz
HE-STF	Campo Entrenamiento Corto de HE	4 u 8 μs	-	-	* PPDU no basada en activación: (equiv. a) 1,250 kHz; * PPDU basada en una activación: (equiv. a) 625 kHz
HE-LTF	Campo Entrenamiento Largo de HE	$N_{\text{HELTF}} \times (\text{periodo de DFT} + \text{GI}) \mu\text{s}$	2xLTF: 6.4 μs 4xLTF: 12.8 μs	admite 0.8, 1.6, 3.2 μs	* 2xLTF: 156.25 kHz (equiv.); * 4xLTF: 78.125 kHz
DATOS de HE	Campo DATOS de HE	$N_{\text{DATA}} \times (\text{periodo de DFT} + \text{GI}) \mu\text{s}$	12.8 μs	admite 0.8, 1.6, 3.2 μs	78.125 kHz

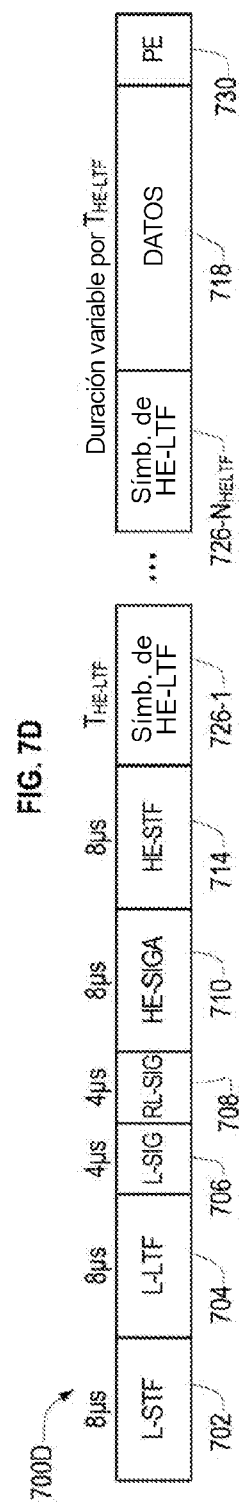
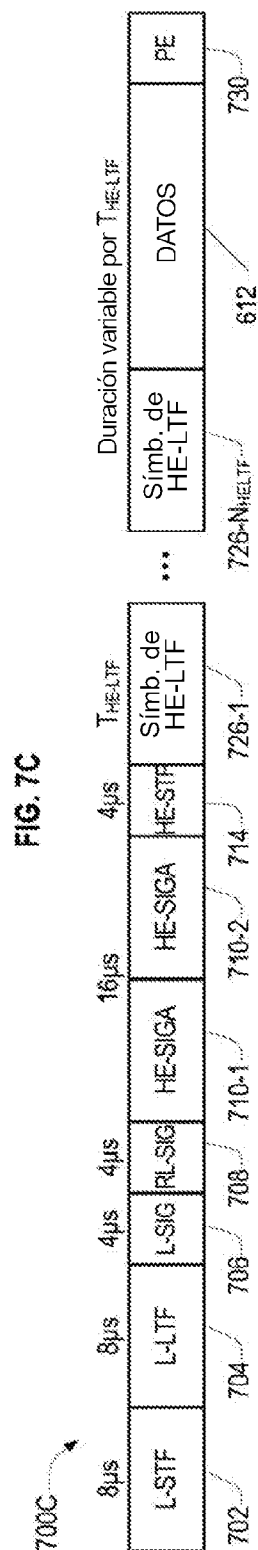
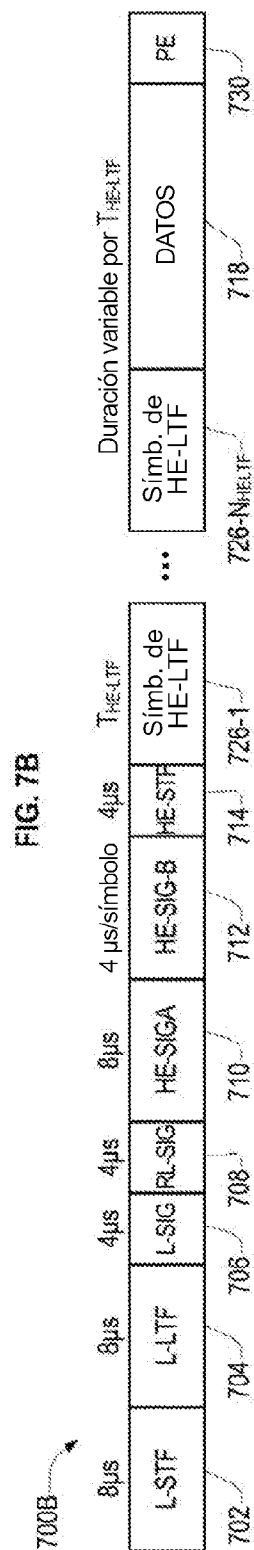
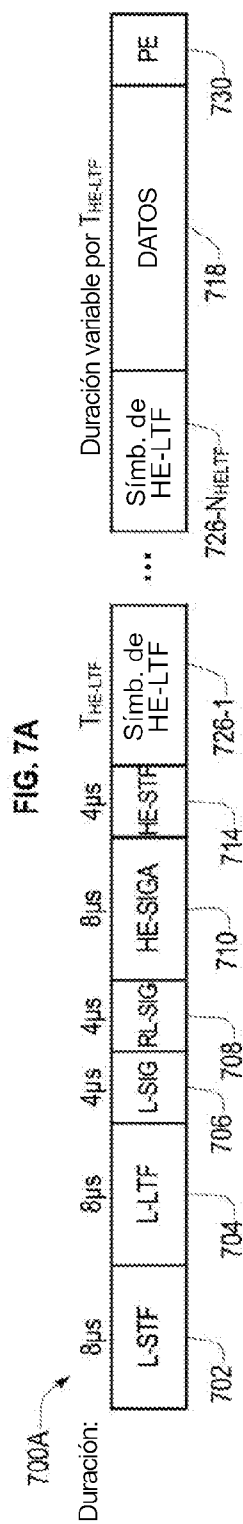


FIG. 8

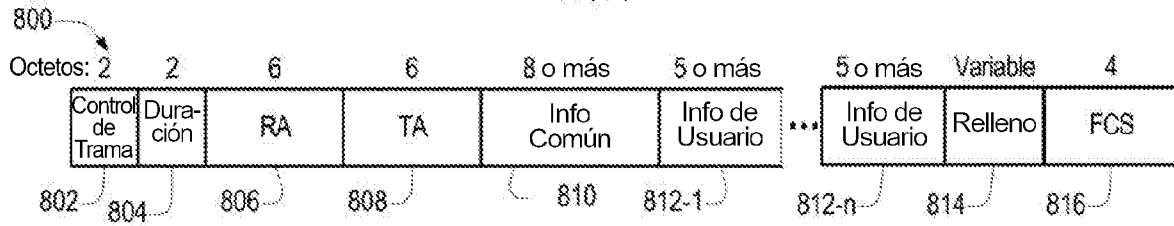


FIG. 9

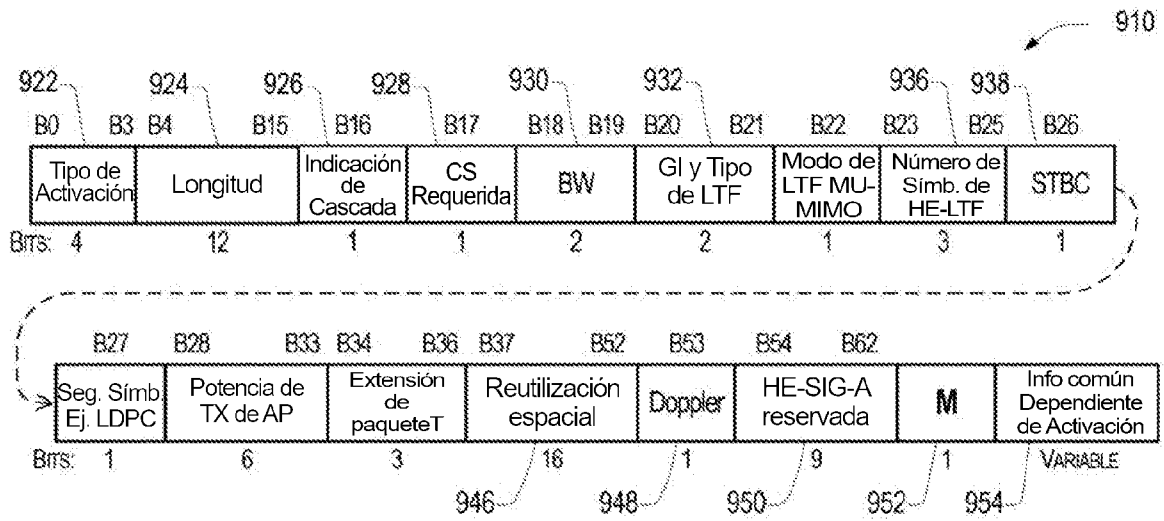


FIG. 10

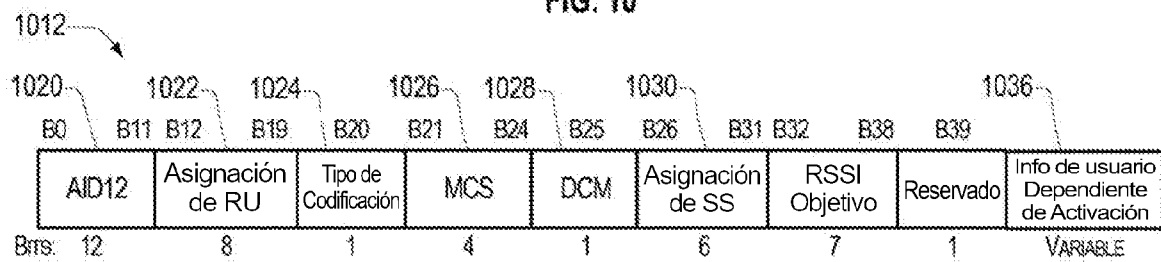


FIG. 13

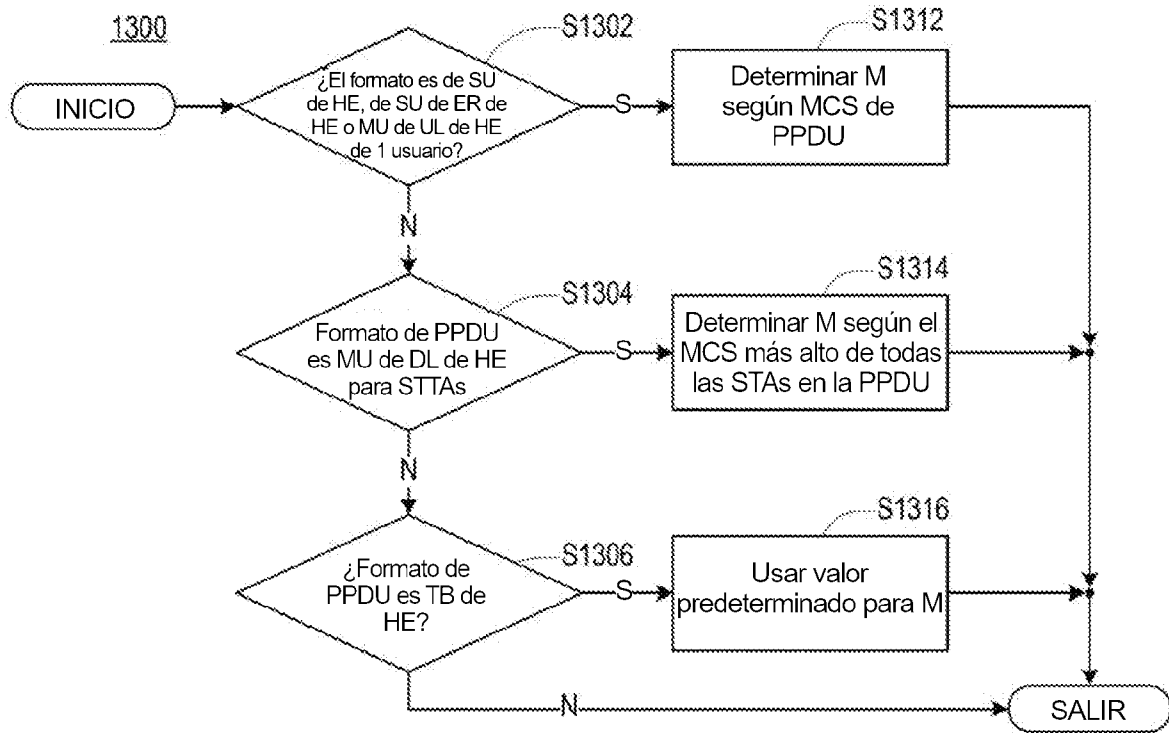


FIG. 14

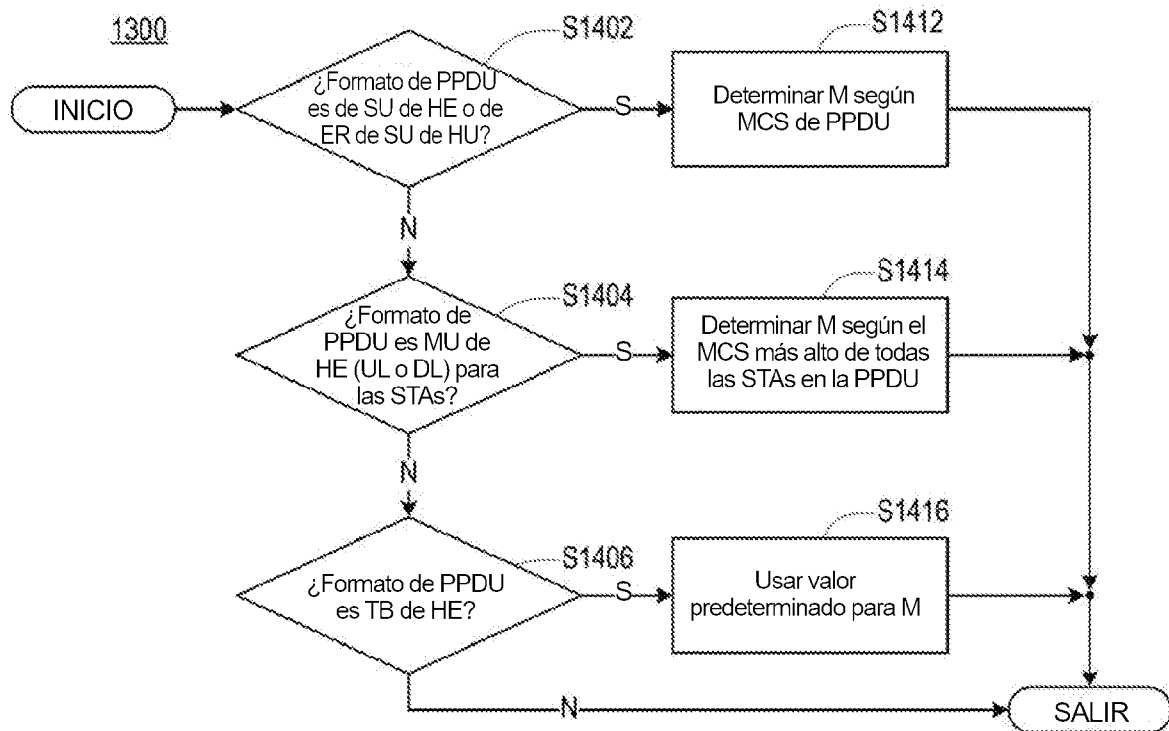


FIG. 15

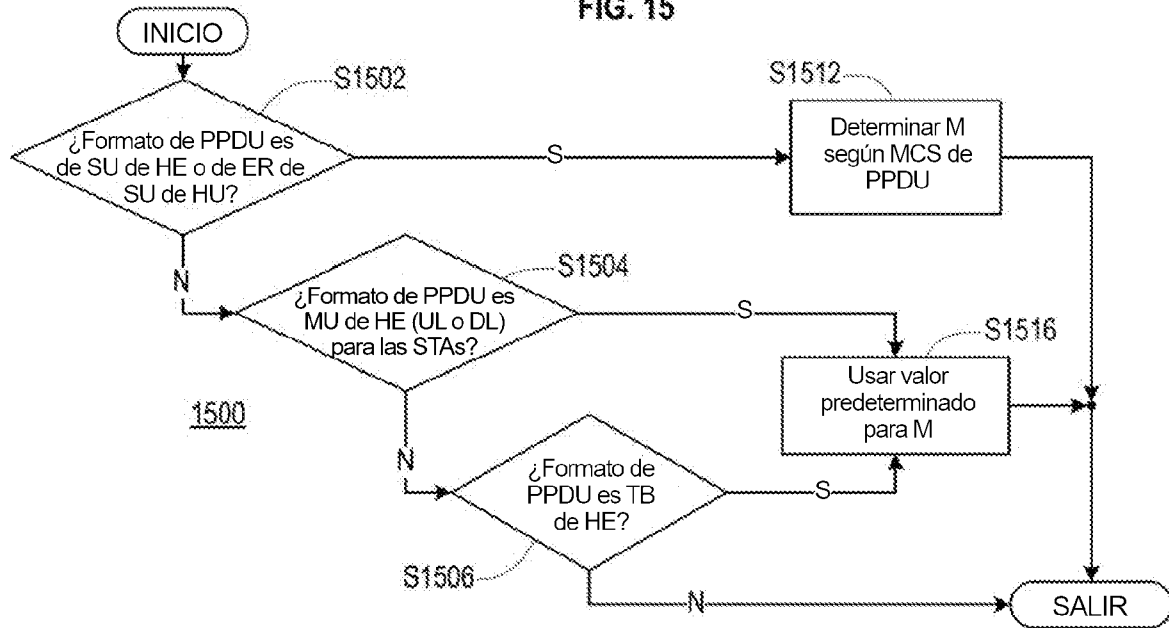


FIG. 16

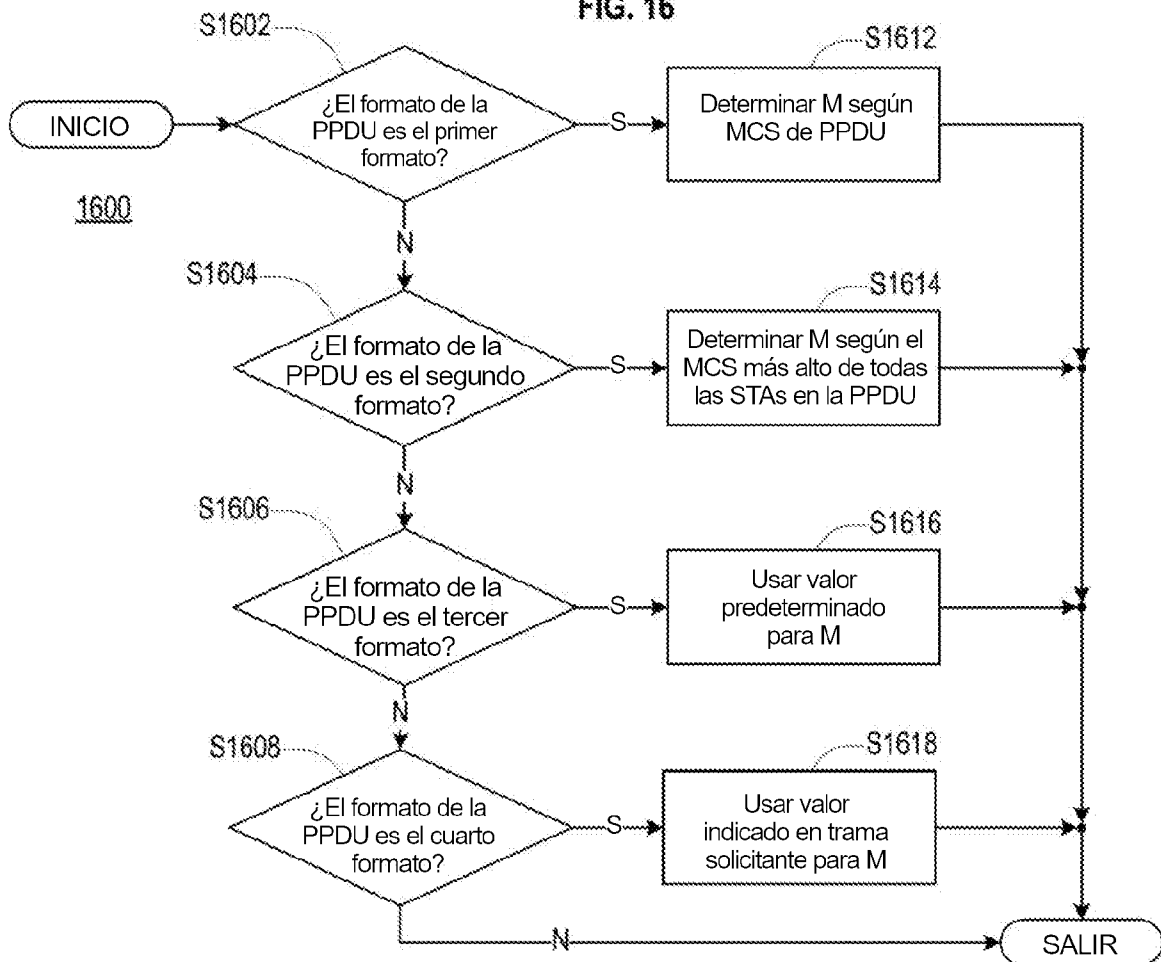


FIG. 17

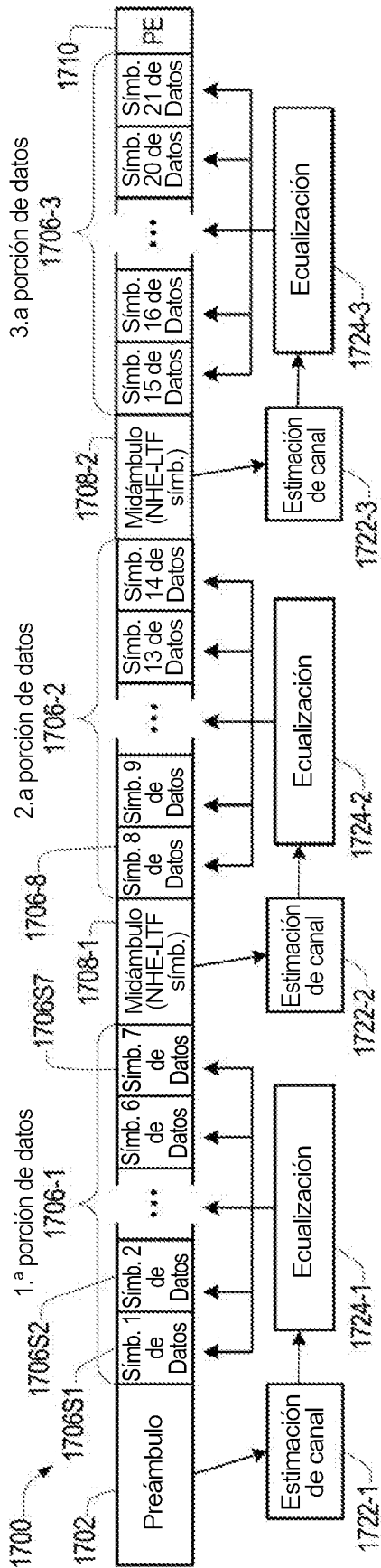
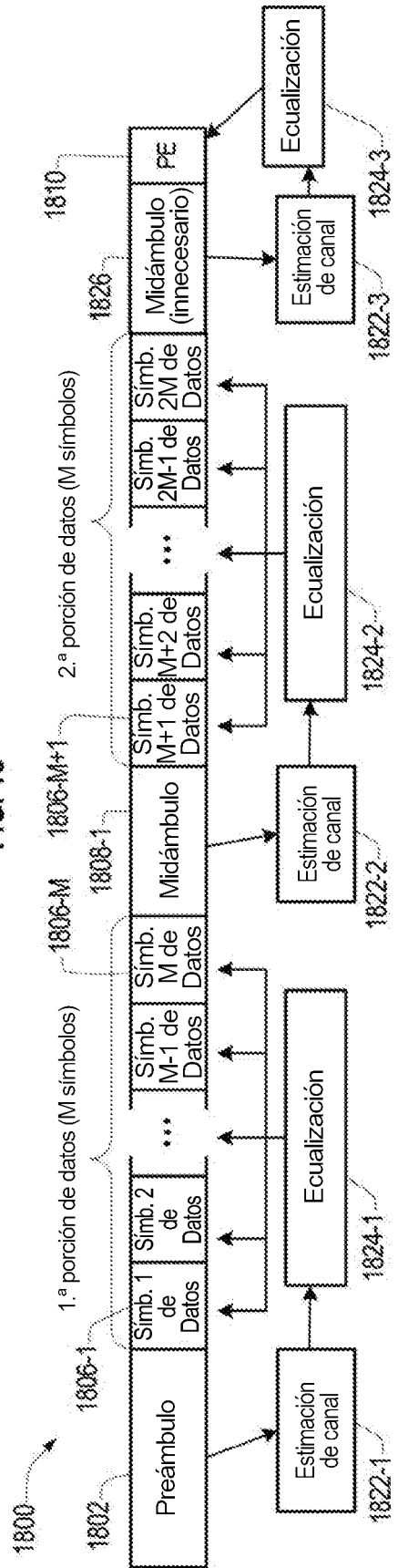


FIG. 18



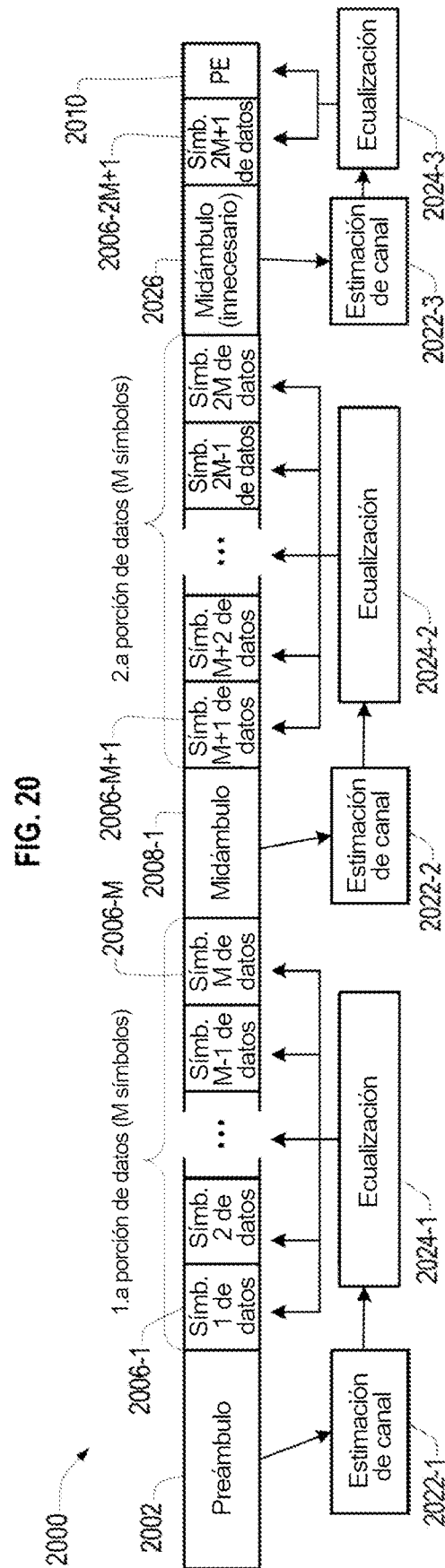
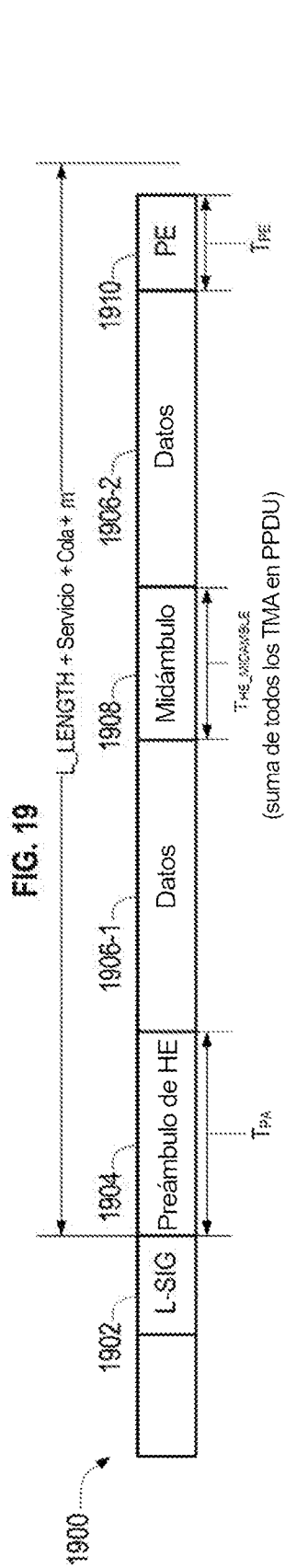


FIG. 21

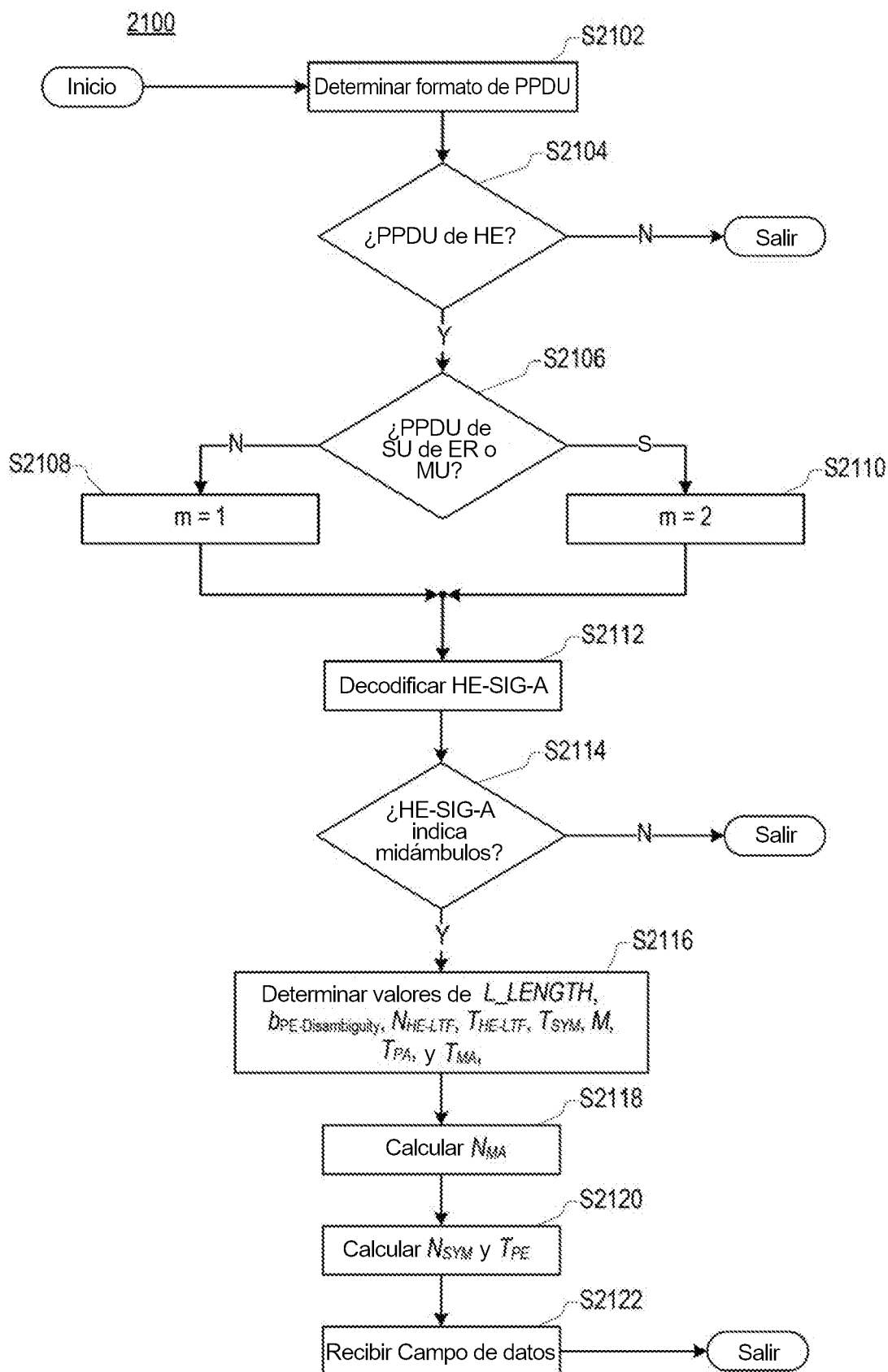


FIG. 22

