

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 898 101**

51 Int. Cl.:

H04L 5/00 (2006.01)

H04L 27/26 (2006.01)

H04W 84/12 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.11.2015 PCT/KR2015/011645**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.05.2016 WO16068673**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.11.2015 E 15854444 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.10.2021 EP 3214813**

54 Título: **Método de transmisión-recepción multiusuario en sistema de comunicación inalámbrica y dispositivo para el mismo**

30 Prioridad:

31.10.2014 US 201462073023 P

11.12.2014 US 201462090371 P

18.12.2014 US 201462093409 P

24.03.2015 US 201562137236 P

18.05.2015 US 201562163349 P

08.06.2015 US 201562172250 P

15.06.2015 US 201562175440 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.03.2022

73 Titular/es:

**LG ELECTRONICS INC. (100.0%)
128, Yeoui-daero, Yeongdeungpo-gu
Seoul 07336, KR**

72 Inventor/es:

**PARK, EUNSUNG;
CHOI, JINSOO;
LIM, DONGGUK;
CHO, HANGYU y
LEE, WOOKBONG**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 898 101 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

Método de transmisión-recepción multiusuario en sistema de comunicación inalámbrica y dispositivo para el mismo

Sector técnico

5 La presente invención se refiere a un sistema de comunicación inalámbrica y, más específicamente, propone un plan de tonos eficiente, aplicable a una trama y una numeración nuevas de un sistema LAN inalámbrico futuro.

Técnica anterior

WiFi es una tecnología de red de área local inalámbrica (WLAN, wireless local area network) que permite a un dispositivo acceder a internet en una banda de frecuencia de 2,4 GHz, 5 GHz o 60 GHz.

10 Una WLAN está basada en el estándar 802.11 del instituto de ingenieros eléctricos y electrónicos (IEEE, institute of electrical and electronic engineers). El comité de estandarización inalámbrica de siguiente generación (WNG SC) de IEEE 802.11 es un comité *ad hoc* que se preocupa de la red de área local inalámbrica (WLAN) de siguiente generación, en el medio a largo plazo.

15 IEEE 802.11n tiene un objetivo de aumentar la velocidad y fiabilidad de una red y extender la cobertura de una red inalámbrica. Más específicamente, IEEE 802.11n soporta una alta tasa de transferencia efectiva (HT, high throughput) que proporciona una velocidad de datos máxima de 600 Mbps. Además, para minimizar el error de transferencia y optimizar la velocidad de datos, IEEE 802.11n se basa en una tecnología de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO, multiple inputs and multiple outputs) en la que se utilizan múltiples antenas en ambos extremos de una unidad de transmisión y una unidad de recepción.

20 A medida que se activa la extensión de una WLAN y se diversifican las aplicaciones que utilizan la WLAN, en el sistema WLAN de siguiente generación que soporta una tasa de transferencia efectiva muy alta (VHT, very high throughput), IEEE 802.11ac se ha decretado recientemente como la siguiente versión de un sistema WLAN IEEE 802.11n. IEEE 802.11ac soporta una velocidad de datos de 1 Gbps o más a través de una transmisión de ancho de banda de 80 MHz y/o de una transmisión de ancho de banda superior (por ejemplo, 160 MHz), y opera principalmente en una banda de 5 GHz.

25 Recientemente, ha emergido la necesidad de un nuevo sistema WLAN para soportar una tasa de transferencia efectiva mayor que la velocidad de datos soportada por IEEE 802.11ac.

30 El objetivo del IEEE 802.11ax discutido principalmente en el grupo de trabajo WLAN de siguiente generación, una denominada WLAN IEEE 802.11ax o de alta eficiencia (HEW) incluye 1) la mejora de una capa física (PHY) 802.11 y de una capa de control de acceso al medio (MAC, medium access control) en las bandas de 2,4 GHz, 5 GHz, etc., 2) la mejora de la eficiencia espectral y de la tasa de transferencia efectiva por área, 3) la mejora del rendimiento en entornos reales interiores y exteriores, tales como un entorno en el que está presente una fuente de interferencia, un entorno de red heterogéneo denso y un entorno en el que está presente una carga de usuarios, etc.

35 El escenario tomado en consideración principalmente en IEEE 802.11ax es un entorno denso en el que están presentes muchos puntos de acceso (AP, access points) y muchas estaciones (STA). En IEEE 802.11ax, la mejora de la eficiencia espectral y de la tasa de transferencia efectiva por área se discute en dicha situación. Más específicamente, existe un interés en la mejora del rendimiento sustancial en entornos exteriores no demasiado tomados en consideración en las WLAN existentes, además de los entornos interiores.

40 En el IEEE 802.11ax existe un gran interés en escenarios tales como oficinas inalámbricas, hogares inteligentes, estadios, puntos calientes y edificios/apartamentos. La mejora del rendimiento del sistema en un entorno denso en el que están presentes muchas AP y muchas STA se discute en base a los escenarios correspondientes.

45 En el futuro, se prevé que en IEEE 802.11ax se discuta activamente la mejora del rendimiento del sistema en un entorno de conjunto de servicios básicos superpuestos (OBSS, overlapping basic service set), la mejora del entorno exterior, la descarga de celular y similares, en lugar de únicamente la mejora del rendimiento de enlace en un solo conjunto de servicios básicos (BSS, basic service set). La direccionalidad de dicho IEEE 802.11ax significa que la WLAN de siguiente generación tendrá un alcance técnico gradualmente similar al de la comunicación móvil. Recientemente, cuando se considera una situación en que se discuten conjuntamente la comunicación móvil y una tecnología WLAN en cobertura de comunicación directo a directo (D2D) y pequeñas celdas, se espera que se active más la convergencia tecnológica y de negocio de la WLAN de siguiente generación en base a comunicación móvil e IEEE 802.11ax.

50 El documento (SHAHRNAZ AZIZI, INTEL CORPORATION: "OFDMA Numerology and Structure; 11-15-0330-05-00ax-ofdma-numerology-and-structure", Borrador IEEE; 11-15-0330-05-00AX-OFDMA-NUMEROLOGY-AND-STRUCTURE, IEEE-SA MENTOR, PISCATAWAY, NJ USA, volumen 802.11ax, núm. 5, 14 de mayo de 2015 (14/05/2015), páginas 1 a 50, XP068094351) esboza una estructura y numeración OFDMA.

Características

Problema técnico

5 Cuando en un sistema 802.11ax se utiliza un tamaño de FFT que es el cuádruple del sistema WLAN heredado, es difícil aplicar un despliegue de pilotos del sistema 802.11ac. Adicionalmente, la presente invención complementa y extiende el plan de tonos propuesto en los sistemas 802.11n y 802.11ac, para proponer un método eficiente de diseño de pilotos, adecuado para la numeración de un sistema 802.11ax.

Solución técnica

La invención se expone en las reivindicaciones independientes, mientras que se esbozan realizaciones preferidas en las reivindicaciones dependientes.

10 Resultados ventajosos

La presente invención puede reducir la sobrecarga de preámbulos y cabeceras PLCP del sistema WLAN heredado, y diseñar una estructura de transmisión PPDU eficiente para mejorar la eficiencia del sistema. Específicamente, la presente invención complementa y extiende el método de diseño de pilotos de múltiples flujos propuesto en IEEE 802.11n para proponer un método de diseño de pilotos eficiente, aplicable a una nueva estructura y numeración de tramas de un sistema WLAN futuro.

A continuación se describirán en detalle varios resultados de la presente invención, haciendo referencia a los dibujos adjuntos.

Descripción de los dibujos

20 La figura 1 es un diagrama que muestra un ejemplo de un sistema IEEE 802.11 al que se puede aplicar la presente invención;

la figura 2 es un diagrama que muestra la estructura de una arquitectura de capas de un sistema IEEE 802.11 al que se puede aplicar la presente invención;

la figura 3 muestra una PPDU de formato no HT y una PPDU de formato HT en un sistema de comunicación inalámbrica al que se puede aplicar la presente invención;

25 la figura 4 muestra una PPDU de formato VHT en un sistema de comunicación inalámbrica al que se puede aplicar la presente invención;

la figura 5 muestra diagramas de constelación para clasificar un formato de PPDU en un sistema de comunicación inalámbrica al que se puede aplicar la presente invención;

30 la figura 6 muestra un formato de trama MAC en un sistema IEEE 802.11 al que se puede aplicar la presente invención;

la figura 7 muestra un formato de HT de un campo de control de HT en un sistema de comunicación inalámbrica al que se puede aplicar la presente invención;

la figura 8 muestra un formato de VHT del campo de control de HT en un sistema de comunicación inalámbrica al que se puede aplicar la presente invención;

35 la figura 9 es un diagrama que muestra un procedimiento de establecimiento de enlace normal en un sistema de comunicación inalámbrica al que se puede aplicar la presente invención;

la figura 10 es un diagrama que muestra un periodo de interrupción aleatorio y un procedimiento de transmisión de tramas en un sistema de comunicación inalámbrica al que se puede aplicar la presente invención;

40 las figuras 11 a 14 son diagramas que muestran una PPDU de formato de alta eficiencia (HE, high efficiency), según una realización que no es acorde con la invención y se presenta sólo con propósitos de ilustración.

Las figuras 15 a 17 son diagramas que muestran una unidad de asignación de recursos en un método de transmisión multiusuario OFDMA, según una realización que no es acorde con la invención y se presenta sólo con propósitos ilustrativos.

La figura 16 muestra un caso en el que un ancho de banda de PPDU es de 40 MHz;

45 la figura 17 muestra un caso en el que un ancho de banda de PPDU es de 80 MHz;

la figura 18 es un diagrama que muestra planes de tonos piloto de sistemas heredados;

las figuras 19 a 22 son tablas que muestran valores de tonos piloto en función del número de flujos, según una realización de la presente invención;

la figura 23 es una tabla que muestra grupos de secuencias para generar valores piloto, de acuerdo con una realización que no es acorde con la invención y se presenta sólo con propósitos ilustrativos.

- 5 Las figuras 24 y 25 son tablas que muestran valores de tonos piloto en función del número de flujos, de acuerdo con una realización que no es acorde con la invención y se presenta sólo con propósitos de ilustración.

Las figuras 26 y 27 son tablas que muestran valores de tonos piloto en función del número de flujos, de acuerdo con una realización que no es acorde con la invención y se presenta sólo con propósitos de ilustración.

- 10 La figura 28 es una tabla que muestra grupos de secuencias para generar valores piloto, de acuerdo con una realización que no es acorde con la invención y se presenta sólo con propósitos ilustrativos.

Las figuras 29 y 30 son tablas que muestran valores de tonos piloto en función del número de flujos, de acuerdo con una realización que no es acorde con la invención y se presenta sólo con propósitos de ilustración.

La figura 31 es una tabla que muestra grupos de secuencias para generar valores piloto, de acuerdo con una realización que no es acorde con la invención y se presenta sólo con propósitos ilustrativos.

- 15 La figura 32 es un diagrama que muestra posiciones de tonos piloto incluidos en unidades de recursos de 106 tonos, de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 33 son tablas que muestran valores de tonos piloto asignados por STA, de acuerdo con una realización que no es acorde con la invención y está presente solamente con propósitos de ilustración; y

- 20 la figura 34 es un diagrama de flujo que muestra un método de transmisión de datos de un dispositivo STA, de acuerdo con una realización que no es acorde con la invención y está presente solamente con propósitos ilustrativos.

Mejores modos

- 25 Los términos utilizados en esta memoria se han seleccionado para incluir términos generales, actuales, ampliamente utilizados, considerando las funciones de la presente invención. Sin embargo, los términos pueden representar diferentes significados en función de las intenciones del experto en la materia o en función del uso común, de la aparición de nueva tecnología, etc. En determinados casos, un término puede haber sido establecido arbitrariamente por el solicitante. En dichos casos, el significado del término se definirá en la parte relevante de la descripción detallada. Así, los términos utilizados en la memoria no se deben definir simplemente por su denominación sino en base a los significados del término, así como a la descripción global de la presente invención.

- 30 Además, se describirán realizaciones en detalle haciendo referencia a los dibujos adjuntos y a los contenidos mostrados en los dibujos adjuntos, pero la presente invención no está limitada por las realizaciones.

En lo que sigue, las realizaciones de la presente invención se describirán en detalle haciendo referencia a los dibujos adjuntos.

- 35 Las siguientes tecnologías se pueden utilizar en diversos sistemas de comunicación inalámbrica, tales como acceso múltiple por división de código (CDMA, code division multiple access), acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA, frequency division multiple access), acceso múltiple por división de tiempo (TDMA, time division multiple access), acceso múltiple por división de frecuencias ortogonales (OFDMA, orthogonal frequency division multiple access), acceso múltiple por división de frecuencia de portadora única (SC-FDMA, single carrier frequency division multiple access), y acceso múltiple no ortogonal (NOMA, non-orthogonal multiple access), CDMA se puede
40 implementar utilizando una tecnología de radio, tal como acceso radio terrestre universal (UTRA, universal terrestrial radio access) o CDMA2000. TDMA se puede implementar utilizando una tecnología de radio, tal como sistema global para comunicaciones móviles (GSM, Global System for Mobile communications)/servicio general de radio por paquetes (GPRS, general packet radio service)/velocidades de datos mejoradas para evolución de GSM (EDGE, enhanced rates for GSM evolution). OFDMA se puede implementar utilizando una tecnología de radio, tal como
45 802.11 del instituto de ingenieros eléctricos y electrónicos (IEEE) (WiFi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802.20, o UTRA evolucionado (E-UTRA). UTRA es parte de un sistema universal de telecomunicaciones móviles (UMTS, universal mobile telecommunications system). Evolución a largo plazo (LTE, long term evolution) del proyecto de asociación de tercera generación (3GPP, 3rd generation partnership project) es parte de un UMTS evolucionado (E-UMTS, evolved UMTS) que utiliza acceso radio terrestre UMTS evolucionado (E-UTRA, evolved UMTS terrestrial radio access), y adopta OFDMA en enlace descendente y adopta SC-FDMA en enlace ascendente. LTE avanzado
50 (LTE-A) es la evolución de LTE 3GPP.

Se puede encontrar más información de antecedentes en los documentos estándar dados a conocer en, por lo menos, uno de IEEE 802, 3GPP y 3GPP2, es decir, sistemas de acceso radio.

Para clarificar más la descripción, se describe brevemente 3GPP LTE/LTE-A, pero las características técnicas de la presente invención no se limitan a esto.

Sistema general

5 La figura 1 es un diagrama que muestra un ejemplo de un sistema IEEE 802.11 al que se puede aplicar una realización de la presente invención.

La configuración de IEEE 802.11 puede incluir una serie de elementos. Puede estar dispuesto un sistema de comunicación inalámbrica que soporta movilidad transparente a estaciones (STA) para una capa superior a través de una interacción entre los elementos. Un conjunto de servicios básicos (BSS) puede corresponder a un bloque de configuración básico en un sistema IEEE 802.11.

10 La figura 1 muestra que están presentes tres BSS, BSS 1 a BSS 3, y están incluidas dos STA (por ejemplo, una STA 1 y una STA 2 están incluidas en el BSS 1, una STA 3 y una STA 4 están incluidas en el BSS 2, y una STA 5 y una STA 6 están incluidas en el BSS 3) como los miembros de cada BSS.

15 En la figura 1, una elipse indicativa de un BSS se puede interpretar como que es indicativa de un área de cobertura en la que las STA incluidas en el correspondiente BSS mantienen comunicación. Dicha área se puede denominar área de servicios básicos (BSA, basic service area). Cuando una STA se desplaza fuera de la BSA, no puede comunicar directamente con otras STA que están dentro de la BSA correspondiente.

20 En el sistema IEEE 802.11, el tipo más básico de un BSS es un BSS independiente (IBSS). Por ejemplo, un IBSS puede tener una forma mínima que incluya solamente dos STA. Además, el BSS 3 de la figura 1, que es la forma más simple, y de la que se han omitido otros elementos, puede corresponder a un ejemplo representativo del IBSS. Dicha configuración puede ser posible si las STA pueden comunicar directamente entre sí. Además, una LAN de dicha forma no es planeada y configurada previamente, sino que puede ser configurada cuando es necesario. Esto se puede denominar asimismo una red *ad hoc*.

25 Cuando una STA es apagada o encendida, o una STA entra en, o sale de un área de BSS, la membresía de la STA en el BSS se puede cambiar dinámicamente. Para pasar a ser miembro de un BSS, una STA se puede unir al BSS utilizando un proceso de sincronización. Para acceder a la totalidad de los servicios en una configuración basada en BSS, una STA tiene que estar asociada con el BSS. Dicha asociación se puede configurar dinámicamente, y puede incluir la utilización de un servicio de sistema de distribución (DSS, distribution system service).

30 En un sistema 802.11, la distancia de una STA a STA directa puede estar limitada por el rendimiento de la capa física (PHY). En cualquier caso, el límite de dicha distancia puede ser suficiente, pero se puede requerir comunicación entre STA en una distancia mayor, si es necesario. Para soportar cobertura extendida, se puede configurar un sistema de distribución (DS, distribution system).

El DS supone una configuración en la que los BSS están interconectados. Más específicamente, un BSS puede estar presente como un elemento de una forma extendida de una red que incluye una serie de BSS en lugar de un BSS independiente, tal como en la figura 1.

35 El DS es un concepto lógico y se puede especificar mediante las características de un medio de sistema de distribución (DSM, distribution system medium). En el estándar IEEE 802.11, un medio inalámbrico (WM, wireless medium) y un medio de sistema de distribución (DSM) están divididos lógicamente. Cada medio lógico es utilizado con un propósito diferente y por un elemento diferente. En la definición del estándar IEEE 802.11, dichos medios no se limitan al mismo y tampoco se limitan a otros diferentes. La flexibilidad de la configuración (es decir, una configuración DS u otra configuración de red) de un sistema IEEE 802.11 se puede describir como que una serie de medios son diferentes lógicamente, tal como se ha descrito anteriormente. Es decir, una configuración de sistema IEEE 802.11 se puede implementar de varios modos, y una correspondiente configuración de sistema puede ser especificada independientemente por las características físicas de cada ejemplo de implementación.

45 El DS puede soportar un dispositivo móvil mediante proporcionar la integración inalámbrica de una serie de BSS y proporcionar servicios lógicos requeridos para gestionar una dirección hasta un destino.

50 Un AP supone una entidad que permite acceso a un DS a través de un WM con respecto a las STA asociadas y tiene la funcionalidad STA. El movimiento de datos entre un BSS y el DS se puede llevar a cabo a través de un AP. Por ejemplo, cada una de la STA 2 y la STA 3 de la figura 1 tiene la funcionalidad de una STA y proporciona una función que permite que las STA asociadas (por ejemplo, la STA 1 y la STA 4) accedan al DS. Además, todos los AP corresponden básicamente a una STA y, por lo tanto, todos los AP son entidades que pueden ser direccionadas. Una dirección utilizada por un AP para comunicación sobre un WM y una dirección utilizada por un AP para comunicación sobre un DSM pueden no tener por qué ser necesariamente iguales.

55 Los datos transmitidos desde una de las STA, asociada con un AP, a la dirección de STA del AP pueden ser recibidos siempre por un puerto no controlado y procesados por una entidad de acceso de puerto IEEE 802.1X. Además, cuando un puerto controlado es autenticado, los datos de transmisión (o trama) pueden ser suministrados a un DS.

Una red inalámbrica que tiene un tamaño y una complejidad arbitrarios puede incluir un DS y un BSS. En un sistema IEEE 802.11, una red de dicho método se denomina una red de conjunto de servicios extendido (ESS, extended service set). El ESS puede corresponder a un conjunto de BSS conectados a un único DS. Sin embargo, el ESS no incluye un DS. La red ESS se caracteriza por que parece una red IBSS en una capa de control de enlace lógico (LLC, logical link control). Las STA incluidas en el ESS pueden comunicar entre sí. Las STA móviles pueden desplazarse de un BSS a otro BSS (dentro del mismo ESS) de manera transparente para la capa LLC.

En un sistema IEEE 802.11, no se suponen las posiciones físicas relativas de los BSS en la figura 1, y las formas siguientes son todas posibles.

Más específicamente, los BSS pueden solapar parcialmente, lo que es una forma utilizada normalmente para proporcionar cobertura consecutiva. Además, los BSS pueden no estar conectados físicamente, y lógicamente no existe ningún límite a la distancia entre los BSS. Además, los BSS pueden estar situados en la misma posición físicamente y pueden ser utilizados para proporcionar redundancia. Además, una (o una o más) redes IBSS o ESS pueden estar presentes físicamente en el mismo espacio que una o varias redes ESS. Esto puede corresponder a una forma de red ESS si una red *ad hoc* opera en la posición en la que está presente una red ESS, si redes IEEE 802.11 que solapan físicamente están configuradas por organizaciones diferentes, o si se requieren dos o más diferentes políticas de acceso y seguridad en la misma posición.

En un sistema WLAN, una STA es un aparato que funciona de acuerdo con las regulaciones de control de acceso al medio (MAC)/PHY de IEEE 802.11. Una STA puede incluir una STA AP y una STA no AP, salvo que la funcionalidad de la STA no sea diferente individualmente de la de un AP. En este caso, suponiendo que la comunicación se realiza entre una STA y un AP, se puede interpretar que la STA es una STA no AP. En el ejemplo de la figura 1, la STA 1, la STA 4, la STA 5 y la STA 6 corresponden a STA no AP, y la STA 2 y la STA 3 corresponden a STA AP.

Una STA no AP corresponde a un aparato manejado directamente por un usuario, tal como un ordenador portátil o un teléfono móvil. En la siguiente descripción, una STA no AP se puede denominar asimismo un dispositivo inalámbrico, un terminal, un equipo de usuario (UE, user equipment), una estación móvil (MS, mobile station), un terminal móvil, un terminal inalámbrico, una unidad de transmisión/recepción inalámbrica (WTRU, wireless transmit/receive unit), un dispositivo de interfaz de red, un dispositivo de comunicación de tipo máquina (MTC, machine-type communication), un dispositivo máquina a máquina (M2M, machine-to-machine) o similar.

Además, un AP es un concepto correspondiente a una estación base (BS, base station), un nodo-B, un nodo-B evolucionado (eNB), un sistema de transceptor base (BTS, base transceiver system), una femto BS, o similares en otros campos de comunicación inalámbrica.

En adelante, en esta memoria, enlace descendente (DL, downlink) significa comunicación de un AP a una STA no AP. Enlace ascendente (UL, uplink) significa comunicación de una STA no AP a un AP. En DL, un transmisor puede ser parte de un AP, y un receptor puede ser parte de una STA no AP. En UL, un transmisor puede ser parte de una STA no AP, y un receptor puede ser parte de un AP.

La figura 2 es un diagrama que muestra la estructura de una arquitectura de capas de un sistema IEEE 802.11 al que se puede aplicar una realización de la presente invención.

Haciendo referencia a la figura 2, la arquitectura de capas de un sistema IEEE 802.11 puede incluir una subcapa/capa de control de acceso al medio (MAC) y una subcapa/capa física (PHY).

La PHY puede estar dividida en una entidad de procedimiento de convergencia de capa física (PLCP, physical layer convergence procedure) y una entidad dependiente del medio físico (PMD, physical medium dependent). En este caso, la entidad PLCP conecta tramas MAC y de datos y la entidad PMD transmite/recibe de forma inalámbrica datos hacia/desde dos o más STA.

Tanto MAC como PHY pueden incluir entidades de gestión que se pueden denominar respectivamente una entidad de gestión de subcapa MAC (MLME, MAC sublayer management entity) y una entidad de gestión de subcapa física (PLME, physical sublayer management entity). Dichas entidades de gestión proporcionan una interfaz de servicio de gestión de capas a través de la operación de una función de gestión de capas. La MLME puede estar conectada a la PLME y llevar a cabo operación de gestión MAC, y la PLME puede estar conectada a la MLME y llevar a cabo operación de gestión PHY.

Para proporcionar una operación MAC precisa, una entidad de gestión de estación (SME, station management entity) puede estar presente en cada STA. La SME es una entidad de gestión independiente de cada capa, y reúne información de estado basada en cada capa, desde la MLME y la PLME, o ajusta los valores de parámetros específicos por capa. La SME puede llevar a cabo dicha función en lugar de entidades comunes de gestión del sistema, y puede implementar un protocolo de gestión estándar.

La MLME, la PLME y la SME pueden interactuar entre sí utilizando diversos métodos basados en primitivas. Más específicamente, se utiliza una primitiva XX-GET.request para solicitar el valor de un atributo de base de información de gestión (MIB, management information base). Una primitiva XX-GET.confirm devuelve el valor de un correspondiente atributo MIB si el estado es "ÉXITO", e indica un error en el campo de estado y devuelve el valor en

otros casos. Se utiliza una primitiva XX-SET.request para realizar una solicitud de manera que se establece un atributo MIB designado, como un valor determinado. Si un atributo MIB significa una operación específica, dicha solicitud solicita la ejecución de la operación específica. Además, una primitiva XX-SET.confirm significa que un atributo MIB designado se ha establecido como un valor solicitado si el estado es "ÉXITO". En otros casos, la primitiva XX-SET.confirm indica que el campo de estado es una situación de error. Si un atributo MIB significa una operación específica, la primitiva puede confirmar que se ha llevado a cabo una operación correspondiente.

PHY proporciona una interfaz a MAC a través de TXVECTOR, RXVECTOR y PHYCONFIG_VECTOR. TXVECTOR soporta un parámetro de transmisión por PPDU para PHY. PHY notifica MAC de un parámetro PPDU recibido, utilizando RXVECTOR. TXVECTOR es suministrado de MAC a PHY a través de la primitiva PHY-TXSTART.request, y RXVECTOR es suministrado de PHY a MAC a través de la primitiva PHY-RXSTART.indication.

MAC establece la operación de PHY utilizando PHYCONFIG_VECTOR independientemente de transmisión o recepción de tramas.

Se describirá brevemente la operación de cada subcapa (o capa).

MAC acopla una cabecera MAC y una secuencia de comprobación de trama (FCS, frame check sequence) a una unidad de servicio de datos MAC (MSDU, MAC service data unit) recibida desde una capa superior (por ejemplo, LLC) o a un fragmento de la MSDU para generar una o varias unidades de datos de protocolo MAC (MPDU, MAC protocol data units). Las MPDU generadas son suministradas a PHY-

Cuando se utiliza un esquema MSDU agregado (A-MSDU), una serie de MSDU se pueden agregar en una única A-MSDU. La agregación de MSDU se puede realizar en una capa más alta que MAC. A-MSDU se suministra a PHY como una única MPDU (cuando la MPDU no está fragmentada).

PHY une un campo adicional que incluye información necesaria para un transceptor de capa física, a una unidad de datos de servicio física (PSDU, physical service data unit) recibida desde MAC para generar una unidad de datos de protocolo física (PPDU, physical protocol data unit). La PPDU se transmite a través de un medio de radio.

Dado que la PSDU es recibida por PHY desde MAC y la MPDU es transmitida de MAC a PHY, la PSDU es sustancialmente igual que la MPDU.

Cuando se utiliza un esquema de MPDU agregada (A-MPDU), una serie de MPDU (en este caso, cada MPDU puede llevar A-MSDU) se pueden agregar en una única A-MPDU. La agregación de MPDU se puede llevar a cabo en una capa inferior a MAC. A-MPDU se puede obtener agregando varios tipos de MPDU (por ejemplo, datos QoS, ACK (acuse), ACK de bloque, etc.). PHY recibe la A-MPDU desde MAC como una única PSDU. Es decir, una PSDU se compone de una serie de MPDU. Por consiguiente, la A-MPDU se transmite en una única PPDU a través de un medio de radio.

Formato de unidad de datos de protocolo física (PPDU)

Una PPDU supone un bloque de datos generado en la capa física. A continuación se describe un formato de PPDU en base a un sistema WLAN IEEE 802.11a al que se puede aplicar una realización de la presente invención.

La figura 3 muestra una PPDU de formato no HT y una PPDU de formato HT en un sistema de comunicación inalámbrica al que se puede aplicar una realización de la presente invención.

La figura 3(a) muestra una PPDU de formato no HT para soportar sistemas IEEE 802.11a/g. La PPDU no HT se puede denominar asimismo una PPDU heredada.

Haciendo referencia a la figura 3(a), la PPDU de formato no HT está configurada para incluir un preámbulo de formato heredado, que incluye un campo de entrenamiento corto heredado (o no HT) (L-STF), un campo de entrenamiento largo heredado (o no HT) (L-LTF), y un campo de señal heredado (o no HT) (L-SIG), y un campo de datos.

El L-STF puede incluir un símbolo de multiplexación por división de frecuencias ortogonales (OFDM) de entrenamiento corto. El L-STF se puede utilizar para adquisición de temporización de tramas, control automático de ganancia (AGC, automatic gain control), detección de diversidad y sincronización gruesa de frecuencia/tiempo.

El L-LTF puede incluir un símbolo OFDM de entrenamiento largo. El L-LTF se puede utilizar para sincronización fina de frecuencia/tiempo y estimación de canal.

El campo L-SIG se puede utilizar para enviar información de control para la desmodulación y decodificación del campo de datos. El campo L-SIG puede incluir información sobre una velocidad de datos y una longitud de datos.

La figura 3(b) muestra una PPDU de formato HT mixto para soportar tanto un sistema IEEE 802.11n como un sistema IEEE 802.11a/g

Haciendo referencia a la figura 3(b), la PPDU de formato HT mixto está configurada para incluir un preámbulo de formato heredado que incluye un L-STF, un L-LTF y un campo L-SIG, un preámbulo de formato HT que incluye un campo de señal HT (HT-SIG), un campo de entrenamiento corto HT (HT-STF) y un campo de entrenamiento largo HT (HT-LTF), y un campo de datos.

5 El L-STF, el L-LTF y el campo L-SIG suponen campos heredados para compatibilidad hacia atrás y son iguales que los del formato no HT desde el L-STF hasta el campo L-SIG. Una L-STA puede interpretar un campo de datos a través de un L-LTF, un L-LTF y un campo L-SIG aunque reciba una PPDU de HT mixta. En este caso, el L-LTF puede incluir además información para estimación de canal a llevar a cabo por una HT-STA con el fin de recibir una PPDU HT mixta y desmodular el campo L-SIG y el campo HT-SIG.

10 Una HT-STA puede estar en conocimiento de una PPDU de formato HT mixto utilizando el campo HT-SIG a continuación de los campos heredados, y puede descodificar el campo de datos en base a la PPDU de formato HT mixto.

El HT-LTF se puede utilizar para estimación de canal para la desmodulación del campo de datos. IEEE 802.11n soporta múltiple entrada y múltiple salida de un solo usuario (SU-MIMO) y, por lo tanto, puede incluir una serie de HT-LTF para estimación de canal con respecto a cada uno de los campos de datos transmitidos en una serie de flujos espaciales.

El HT-LTF puede incluir un HT-LTF de datos utilizado para estimación de canal para un flujo espacial y un HT-LTF de extensión, utilizado adicionalmente para sondeo de canal total. Por consiguiente, una serie de HT-LTF puede ser igual o mayor que el número de flujos espaciales transmitidos.

20 En la PPDU de formato HT mixto, el L-STF, el L-LTF y los campos L-SIG se transmiten primero, de manera que una L-STA puede recibir el L-STF, el L-LTF y los campos L-SIG y obtener datos. A continuación, el campo HT-SIG es transmitido para la desmodulación y descodificación de datos transmitidos para una HT-STA.

Unos campos L-STF, L-LTF, L-SIG y HT-SIG se transmiten sin llevar a cabo formación de haces hasta un campo HT-SIG, de manera que un L-STA y un HT STA pueden recibir una correspondiente PPDU y obtener datos. En un HT-STF, un HT-LTF y un campo de datos que son transmitidos secuencialmente, se transmiten señales de radio a través de precodificación. En este caso, se transmite un HT-STF de manera que una STA que recibe una correspondiente PPDU realizando precodificación puede tomar en consideración una parte cuya potencia varía mediante precodificación, y a continuación se transmiten una serie de HT-LTF y un campo de datos.

30 La figura 3(c) muestra una PPDU de formato de campo verde HT (PPDU de formato HT-GF) para soportar solamente un sistema IEEE 802.11n.

Haciendo referencia a la figura 3(c), la PPDU de formato HT-GF incluye un HT-GF-STF, un HT-LTF1, un campo HT-SIG, una serie de HT-LTF2 y un campo de datos.

El HT-GF-STF se utiliza para adquisición de temporización de trama y AGC.

El HT-LTF1 se utiliza para estimación de canal.

35 El campo HT-SIG se utiliza para desmodulación y descodificación del campo de datos.

El HT-LTF2 se utiliza para estimación de canal para la desmodulación del campo de datos. Análogamente, un HT-STA utiliza SU-MIMO. Por consiguiente, una serie de HT-LTF2 pueden estar configurados en base a estimación de canal si es necesario para cada uno de los campos de datos transmitidos en una serie de flujos espaciales.

40 La serie de HT-LTF2 puede incluir una serie de HT-LTF de datos y una serie de HT-LTF de extensión, tal como el HT-LTF de la PPDU de HT mixta.

En las figuras 3(a) a 3(c), el campo de datos es una carga útil y puede incluir un campo de servicio, un campo de PSDU aleatorizado (PSDU), bits de cola y bits de relleno. Todos los bits del campo de datos están aleatorizados.

45 La figura 3(d) ilustra un campo de servicio incluido en el campo de datos. El campo de servicio tiene 16 bits. Los 16 bits están asignados al núm. 0 hasta el núm. 15 y son transmitidos secuencialmente desde el bit el núm. 0. El bit núm. 0 hasta el bit núm. 6 se ajustan a 0 y se utilizan para sincronizar un desaleatorizador dentro de la etapa de retención.

50 Un sistema WLAN IEEE 802.11ac soporta la transmisión de un método de múltiple entrada múltiple salida de múltiples usuarios (MU-MIMO) de DL en el que una serie de STA acceden a un canal al mismo tiempo para utilizar eficientemente un canal de radio. De acuerdo con el método de transmisión MU-MIMO, un AP puede transmitir simultáneamente un paquete a una o varias STA que han sido sometidas a emparejamiento MIMO.

Transmisión multiusuario de enlace descendente (transmisión MU DL) significa una tecnología en la que un AP transmite una PPDU a una serie de STA no AP a través de los mismos recursos, utilizando una o varias antenas.

En lo que sigue, una PPDU MU significa una PPDU que distribuye una o varias PSDU para una o varias STA utilizando la tecnología MU-MIMO o la tecnología OFDMA. Además, una PPDU SU significa una PPDU que tiene un formato en el que solamente una PSDU puede ser distribuida, o que no tiene una PSDU.

5 Para transmisión MU-MIMO, el tamaño de la información de control transmitida a una STA puede ser relativamente mayor que el tamaño de la información de control 802.11n. La información de control requerida adicionalmente para soportar MU-MIMO puede incluir información que indica el número de flujos espaciales recibidos por cada STA, y la información relacionada con la modulación y codificación de datos transmitidos a cada STA puede corresponder a información de control, por ejemplo.

10 Por consiguiente, cuando se realiza transmisión MU-MIMO para proporcionar a una serie de STA un servicio de datos al mismo tiempo, el tamaño de la información de control transmitida se puede incrementar de acuerdo con el número de STA que reciben la información de control.

15 Para transmitir eficientemente la información de control cuyo tamaño se incrementa tal como se ha descrito anteriormente, una serie de elementos de información de control requeridos para transmisión MU-MIMO se pueden dividir en dos tipos de información de control: información de control común, que es necesaria para todas las STA en común, e información de control dedicada, requerida individualmente para una STA específica, y puede ser transmitida.

La figura 4 muestra una PPDU de formato VHT en un sistema de comunicación inalámbrica al que se puede aplicar una realización de la presente invención.

La figura 4 muestra una PPDU de formato VHT para soportar un sistema IEEE 802.11ac.

20 Haciendo referencia a la figura 4, la PPDU de formato VHT está configurada para incluir un preámbulo de formato heredado que incluye un L-STF, un L-LTF y un campo L-SIG, un preámbulo de formato VHT que incluye un campo de señal VHT A (VHT-SIG-A), un campo de entrenamiento corto VHT (VHT-STF), un campo de entrenamiento largo VHT (VHT-LTF), y un campo de señal VHT B (VHT-SIG-B), y un campo de datos.

25 El L-STF, el L-LTF y el campo L-SIG suponen campos heredados para compatibilidad hacia atrás y tienen los mismos formatos que los del formato no HT. En este caso, el L-LTF puede incluir además información para estimación de canal que se realizará para desmodular el campo L-SIG y el campo VHT-SIG-A

30 El L-STF te, el L-LTF te, el campo L-SIG y el campo VHT-SIG-A se pueden repetir en una unidad de canal de 20 MHz, y transmitir. Por ejemplo, cuando una PPDU es transmitida a través de cuatro canales de 20 MHz (es decir, un ancho de banda de 80 MHz), el L-STF, el L-LTF, el campo L-SIG y el campo VHT-SIG-A se pueden repetir cada canal de 20 MHz y transmitir.

Una VHT-STA puede estar en conocimiento de la PPDU de formato VHT utilizando el campo VHT-SIG-A a continuación de los campos heredados, y puede descodificar el campo de datos en base al campo VHT-SIG-A.

35 En la PPDU de formato VHT, el L-STF, el L-LTF y el campo L-SIG son transmitidos primero, de manera que incluso una L-STA puede recibir la PPDU de formato VHT y obtener datos. A continuación, el campo VHT-SIG-A es transmitido para la desmodulación y descodificación de datos transmitidos para una VHT-STA.

El campo VHT-SIG-A es un campo para la transmisión de información de control que es común a unas VHT STA que están emparejadas por MIMO con un AP, e incluye información de control para interpretar la PPDU de formato VHT recibida.

El campo VHT-SIG-A puede incluir un campo VHT-SIG-A1 y un campo VHT-SIG-A2.

40 El campo VHT-SIG-A1 puede incluir información acerca de un ancho de banda (BW, bandwidth) de canal utilizado, información acerca de si se aplica o no codificación de bloques de espacio-tiempo (STBC, space time block coding), un identificador de grupo (ID) para indicar un grupo de STA agrupadas en MU-MIMO, información acerca del número de flujos utilizados (el número de flujos de espacio-tiempo (NSTS, number of space-time streams)/identificación de asociación de parte (AID), e información de ahorro de potencia de transmisión prohibido. En este caso, el ID de grupo significa un identificador asignado a un grupo STA de transmisión objetivo, para soportar transmisión MU-MIMO, y puede indicar si el presente método de transmisión MIMO es MU-MIMO o SU-MIMO.

La tabla 1 ilustra el campo VHT-SIG-A1.

Tabla 1

Campo	Bit	Descripción
BW	2	Ajustar a "0" si un BW es 20 MHz Ajustar a "1" si un BW es 40 MHz Ajustar a "2" si un BW es 80 MHz Ajustar a "3" si un BW es 160 MHz o 80 + 80 MHz
Reservado	1	
STBC	1	En el caso de una PPDU SU VHT: Ajustar a "1" si se utiliza STBC Ajustar a "0" si no En el caso de una PPDU MU VHT: Ajustar a "0"
ID de grupo	6	Indicar un ID de grupo "0" o "63" indica una PPDU SU VHT, pero indica una PPDU MU VHT si no.
NSTS/AID parcial	12	En caso de una PPDU MU VHT, dividir en 4 posiciones de usuario "p" teniendo cada una tres bits "0" si el flujo de espacio-tiempo es 0 "1" si el flujo de espacio-tiempo es 1 "2" si el flujo de espacio-tiempo es 2 "3" si el flujo de espacio-tiempo es 3 "4" si el flujo de espacio-tiempo es 4 En el caso de una PPDU SU VHT, Los 3 bits superiores se ajustan como sigue: "0" si el flujo de espacio-tiempo es 1 "1" si el flujo de espacio-tiempo es 2 "2" si el flujo de espacio-tiempo es 3 "3" si el flujo de espacio-tiempo es 4 "4" si el flujo de espacio-tiempo es 5 "5" si el flujo de espacio-tiempo es 6 "6" si el flujo de espacio-tiempo es 7 "7" si el flujo de espacio-tiempo es 8 Los 9 bits inferiores indican un AID parcial.

Campo	Bit	Descripción
TXOP_PS _NOT_ ALLOWED	1	Ajustar a "0" si AP VHT permite una STA VHT no AP para conmutar el modo de ahorro de energía durante una oportunidad de transmisión (TXOP) Ajustar a "1" si no En el caso de una PPDU VHT transmitida por una STA VHT no AP Ajustar a "1"
Reservado	1	

5 El campo VHT-SIG-A2 puede incluir información acerca de si se utiliza o no un intervalo de guarda (GI, guard interval) corto, información de corrección de errores hacia delante (FEC, forward error correction), información acerca de un esquema de modulación y codificación (MCS, modulation and coding scheme) para un solo usuario, información acerca del tipo de codificación de canal para múltiples usuarios, información relacionada con formación de haces, bits de redundancia para comprobación de redundancia cíclica (CRC, cyclic redundancy checking), los bits de cola de un decodificador convolucional, etc.

La tabla 3 muestra el campo VHT-SIG-A2.

Tabla 3

Campo	Bit	Descripción
GI corto	1	Ajustar a "0" si no se utiliza un GI corto en un campo de datos Ajustar a "1" si se utiliza un GI corto en un campo de datos
Desambiguación de GI corto	1	Ajustar a "1" si se utiliza un GI corto y se requiere un símbolo extra para la carga útil de una PPDU Ajustar a "0" si no se requiere un símbolo extra
Codificación SU/MU	1	En el caso de una PPDU SU VHT: Ajustar a "0" en el caso de un código convolucional binario (BCC, binary convolutional code) Ajustar a "1" en el caso de comprobación de paridad de baja densidad (LDPC, low-density parity check) En el caso de una PPDU MU VHT: Indicar codificación usada si el campo NSTS de un usuario cuya posición es "0", no es "0" Ajustar a "0" en el caso de BCC Ajustar a "1" en el caso de PDPC Ajustar a "1" como un campo reservado si el campo NSTS de un usuario cuya posición es "0", es "0"

Campo	Bit	Descripción
Símbolo OFDM extra LDPC	1	Ajustar a "1" si se requiere un símbolo OFDM extra debido a un procedimiento de codificación PPDU PDPC (en el caso de una PPDU SU) o al procedimiento de codificación PPDU de por lo menos un usuario PDPC (en el caso de una PPDU MU VHT) Ajustar a "0" si no
Codificación SU VHT MCS/MU	4	En el caso de una PPDU SU VHT: Indicar un índice VHT-MCS En el caso de una PPDU MU VHT: Indicar codificación para las posiciones de usuario "1" a "3" secuencialmente desde los bits superiores Indicar codificación utilizada si el campo NSTS de cada usuario no es "1" Ajustar a "0" en el caso de BCC Ajustar a "1" en el caso de LDPC Ajustar a "1" como un campo reservado si el campo NSTS de cada usuario es "0"
Haz formado	1	En el caso de una PPDU SU VHT: Ajustar a "1" si se aplica una matriz de direccionamiento de formación de haces a transmisión SU Ajustar a "0" si no En el caso de una PPDU MU VHT: Ajustar a "1" como un campo reservado
Reservado	1	
CRC	8	Incluir CRS para detectar un error de una PPDU en el lado del receptor
Cola	6	Utilizado para terminar la retícula de un decodificador convolucional Ajustar a "0"

El VHT-STF se utiliza para mejorar el rendimiento de estimación AGC en transmisión MIMO.

5 La duración del campo VHT-STF es de 4 μ s. Una secuencia del dominio de frecuencia utilizada para configurar el VHT-STF en un ancho de banda de transmisión de 20 MHz puede ser la misma que la del L-STF. El VHT-STF en anchos de banda de transmisión de 40 MHz/80 MHz se puede configurar duplicando una secuencia del dominio de frecuencia en un ancho de banda de transmisión de 20 MHz en unidades de 20 MHz y realizando rotación de fase en unidades de los 20 MHz duplicados.

10 El VHT-LTF se utiliza para que una VHT-STA estime canales MIMO. Dado que un sistema WLAN VHT soporta MU-MIMO, se pueden configurar tantos VHT-LTF como el número de flujos espaciales en los que se transmiten PPDU. Adicionalmente, cuando se soporta sondeo de canal total, el número de VHT-LTF puede aumentar.

El campo VHT-SIG-B incluye información de control dedicada, necesaria para que una serie de VHT-STA emparejadas por MU-MIMO reciban las PPDU y obtengan datos. Por consiguiente, las VHT-STA pueden estar diseñadas para decodificar el campo VHT-SIG-B solamente cuando la información de control común incluida en el campo VHT-SIG-A indica que una PPDU recibida actualmente es para transmisión MU-MIMO. Cuando la

información de control común indica que la PPDU recibida actualmente es para una única VHT-STA (que incluye SU-MIMO), las STA se pueden diseñar para no decodificar el campo VHT-SIG-B.

El campo VHT-SIG-B incluye información acerca de modulación, codificación y adaptación de velocidad de cada VHT-STA. El tamaño del campo VHT-SIG-B puede depender de un tipo de transmisión MIMO (MU-MIMO o SU-MIMO) y de un ancho de banda de canal utilizado para transmisión PPDU.

En un sistema que soporta MU-MIMO, para transmitir PPDU que tienen el mismo tamaño a STA emparejadas con un AP, se puede incluir en el campo VHT-SIG-A información que indica el tamaño de los bits de un campo de datos que forma la PPDU y/o información que indica el tamaño de los flujos de bits que forman un campo específico.

En este caso, se puede utilizar un campo L-SIG para utilizar de manera eficaz un formato PPDU. Para proporcionar la información necesaria, se puede utilizar un campo de longitud y un campo de velocidad que están incluidos en el campo L-SIG y son transmitidos, de manera que las PPDU que tienen el mismo tamaño son transmitidas a la totalidad de las STA. En este caso, puede ser necesario relleno adicional en la capa física debido a que una unidad de datos de protocolo MAC (MPDU) y/o una PDU MAC agregada (A-MPDU) se ajustan en base a los bytes (u octetos) de la capa MAC.

En la figura 4, el campo de datos es una carga útil y puede incluir un campo de servicio, una PSDU aleatorizada, bits de cola y bits de relleno.

Una STA necesita determinar el formato de una PPDU recibida, debido a que se mezclan y utilizan varios formatos de PPDU, tal como se ha descrito anteriormente.

En este caso, el significado de que se determine una PPDU (o un formato de PPDU) pueden ser varios. Por ejemplo, el significado de que se determine una PPDU puede incluir determinar si una PPDU recibida es una PPDU que puede ser decodificada (o interpretada) por una STA. Además, el significado de que se determine una PPDU puede incluir determinar si una PPDU recibida es una PPDU que puede ser soportada por una STA. Además, el significado de que se determine una PPDU puede incluir determinar qué información es la información transmitida a través de una PPDU recibida.

Esto se describirá en mayor detalle a continuación haciendo referencia a los dibujos.

La figura 5 muestra diagramas de constelación para clasificar un formato PPDU en un sistema de comunicación inalámbrica al que se puede aplicar la presente invención.

(a) de la figura 5 muestra una constelación para el campo L-SIG incluido en la PPDU de formato no HT, (b) de la figura 5 muestra una rotación de fase para detección de PPDU de formato HT mixto, y (c) de la figura 5 muestra una rotación de fase para detección de PPDU de formato VHT.

Para que una STA clasifique una PPDU como una PPDU de formato no HT, una PPDU de formato HT-GF, una PPDU de formato HT mixto o una PPDU de formato VHT, se utilizan las fases de constelaciones del campo L-SIG y de los símbolos OFDM, que se transmiten a continuación del campo L-SIG. Es decir, la STA puede clasificar un formato PPDU en base a las fases de constelaciones del campo L-SIG de una PPDU recibida y/o de los símbolos OFDM, que se transmiten a continuación del campo L-SIG.

Haciendo referencia a (a) de la figura 5, los símbolos OFDM del campo L-SIG utilizan BPSK (Binary Phase Shift Keying, modulación por desplazamiento de fase binaria).

Para empezar, con el fin de clasificar una PPDU como una PPDU de formato HT-GF, la STA, tras detectar un primer campo SIG a partir de una PPDU recibida, determina si este primer campo SIG es o no un campo L-SIG. Es decir, la STA intenta llevar a cabo decodificación en base a la constelación mostrada en (a) de la figura 5. Si la STA falla en la decodificación, la correspondiente PPDU se puede clasificar como la PPDU de formato HT-GF.

A continuación, para distinguir la PPDU de formato no HT, la PPDU de formato HT mixto y la PPDU de formato VHT, se pueden utilizar las fases de constelaciones de los símbolos OFDM transmitidos a continuación del campo L-SIG. Es decir, el método de modulación de los símbolos OFDM transmitidos a continuación del campo L-SIG puede variar, y la STA puede clasificar un formato PPDU en base al método de modulación de campos que van después del campo L-SIG de la PPDU recibida.

Haciendo referencia a (b) de la figura 5, para clasificar una PPDU como una PPDU de formato HT mixto, se pueden utilizar las fases de dos símbolos OFDM transmitidos a continuación del campo L-SIG en la PPDU de formato HT mixto.

Más específicamente, ambas fases de los símbolos OFDM #1 y #2 correspondientes al campo HT-SIG, que se transmite a continuación del campo L-SIG, en la PPDU de formato HT mixto se rotan 90 grados en sentido antihorario. Es decir, los símbolos OFDM #1 y #2 se modulan mediante QPSK (Quadrature Binary Phase Shift Keying, modulación por desplazamiento de fase binaria en cuadratura). La constelación QPSK puede ser una constelación que se rota 90 grados en sentido antihorario en base a la constelación BPSK.

Una STA intenta descodificar el primer y el segundo símbolos OFDM correspondientes al campo HT-SIG transmitido después del campo L-SIG de la PDU recibida, en base a las constelaciones mostradas en (b) de la figura 5. Si la STA tiene éxito en la descodificación, la PPDU correspondiente se puede clasificar como una PPDU de formato HT.

5 A continuación, para distinguir la PPDU de formato no HT y la PPDU de formato VHT, se pueden utilizar las fases de constelaciones de los símbolos OFDM transmitidos a continuación del campo L-SIG.

Haciendo referencia a (c) de la figura 5, para clasificar una PPDU como una PPDU de formato VHT, las fases de los dos símbolos OFDM transmitidos después del campo L-SIG se pueden utilizar en la PPDU de formato VHT.

10 Más específicamente, la fase del símbolo OFDM #1 correspondiente al VHT-SIG-A que viene después del campo L-SIG en la PPDU de formato HT no se rota, pero la fase del símbolo OFDM #2 se rota 90 grados en sentido antihorario. Es decir, el símbolo OFDM #1 es modulado mediante BPSK, y el símbolo OFDM #2 es modulado mediante QPSK.

15 La STA intenta descodificar el primer y el segundo símbolos OFDM correspondientes al campo VHT-SIG transmitido a continuación del campo L-SIG de PDU recibida, en base a las constelaciones mostradas en (c) de la figura 5. Si la STA tiene éxito en la descodificación, la correspondiente PPDU se puede clasificar como una PPDU de formato VHT.

A la inversa, si la STA falla en la descodificación, la correspondiente PPDU se puede clasificar como una PPDU de formato no HT.

Formato de trama MAC

20 La figura 6 muestra un formato de trama MAC en un sistema IEEE 802.11 al que se puede aplicar la presente invención.

Haciendo referencia a la figura 6, la trama MAC (es decir, una MPDU) incluye una cabecera MAC, un cuerpo de trama y una secuencia de comprobación de trama (FCS).

25 La cabecera MAC se define como un área, que incluye un campo de control de trama, un campo de ID/duración, un campo de dirección 1, un campo de dirección 2, un campo de dirección 3, un campo de control de secuencia, un campo de dirección 4, un campo de control QoS y un campo de control de HT.

El campo de control de trama contiene información sobre las características de la trama MAC. Más adelante se proporcionará una descripción más detallada del campo de control de trama.

El campo de ID/duración se puede implementar para tener un valor diferente en función del tipo y subtipo de una correspondiente trama MAC.

30 Si el tipo y subtipo de una correspondiente trama MAC es una trama PS-sondeo para una operación de ahorro de energía (PS, power save), el campo de duración/ID se puede configurar para incluir el identificador de asociación (AID) de una STA que ha transmitido la trama. En los casos restantes, el campo de duración/ID se puede configurar para tener un valor de duración específico en función del tipo y subtipo de una correspondiente trama MAC. Además, si una trama es una MPDU incluida en un formato de MPDU agregada (A-MPDU), el campo de duración/ID
35 incluido en la cabecera MAC se puede configurar para que tenga el mismo valor.

El campo de dirección 1 hasta el campo de dirección 4 se utilizan para indicar un BSSID, una dirección de origen (SA, source address), una dirección de destino (DA, destination address), una dirección de transmisión (TA, transmitting address) que indica la dirección de la STA de transmisión, y una dirección de recepción (RA, receiving address) que indica la dirección de la STA de recepción.

40 Un campo de dirección implementado como un campo TA se puede ajustar como un valor TA de señalización de ancho de banda. En este caso, el campo TA puede indicar que una correspondiente trama MAC incluye información adicional en una secuencia de aleatorización. La TA de señalización de ancho de banda se puede representar como la dirección MAC de una STA que envía una correspondiente trama MAC, pero se pueden ajustar bits individuales/de grupo incluidos en la dirección MAC como un valor específico (por ejemplo, "1").

45 El campo de control de secuencia está configurado para incluir un número de secuencia y un número de fragmento. El número de secuencia puede indicar un número de secuencia asignado a una correspondiente trama MAC. El número de fragmento puede indicar el número de cada fragmento de una correspondiente trama MAC.

El campo de control de QoS incluye información relacionada con QoS. El campo de control de QoS puede estar incluido si indica una trama de datos QoS en un subcampo de subtipo.

50 El campo de control de HT incluye información de control relacionada con un esquema de transmisión/recepción de HT y/o VHT. El campo de control de HT está incluido en una trama de envoltura de control. Además, el campo de control de HT está presente en una trama de datos QoS que tiene un valor de subcampo de orden de 1 y una trama de gestión.

El cuerpo de la trama se define como una carga útil MAC. Los datos a transmitir en una capa superior se sitúan en el cuerpo de la trama. El cuerpo de la trama tiene un tamaño variable. Por ejemplo, el tamaño máximo de una MPDU puede ser de 11.454 octetos, y el tamaño máximo de una PPDU puede ser de 5,484 ms.

La FDS se define en un pie de página MAC y se utiliza para la búsqueda de errores de una trama MAC.

- 5 Los primeros tres campos (es decir, el campo de control de trama, el campo de duración/ID y el campo de dirección 1) y el último campo (es decir, el campo FCS) forman un formato de trama mínimo y están presentes en la totalidad de las tramas. Los campos restantes pueden estar presentes solamente en un tipo de trama específico.

La figura 7 muestra un formato HT de un campo de control de HT en un sistema de comunicación inalámbrica al que es aplicable la presente invención.

- 10 Haciendo referencia a la figura 7, el campo de control de HT puede incluir un subcampo VHT, un subcampo central de control HT, un subcampo de restricción AC y un subcampo de concesión de sentido inverso (RDG, reverse direction grant)/más PPDU.

- 15 El subcampo VHT indica si el campo de control de HT tiene un formato de campo de control de HT para VHT (VHT=1) o un formato de campo de control de HT para HT (VHT=0). En la figura 7, se asume el campo de control de HT para HT (es decir, VHT=0).

El subcampo central de control HT puede tener un formato diferente de acuerdo con la indicación del subcampo VHT. El subcampo central de control HT se describirá a continuación en mayor detalle.

El subcampo de restricción AC indica si una categoría de acceso (AC, access category) mapeada de una trama de datos de sentido inverso (RD, reverse direction) está limitada a una sola AC.

- 20 El subcampo RDG/más PPDU se puede interpretar de manera diferente en función de si el correspondiente campo es transmitido por un iniciador RD o un respondedor RD.

- 25 En el caso de transmisión mediante el iniciador RD, el campo RDG/más PPDU se ajusta a "1" cuando está presente una RDG y a "0" cuando no está presente una RDG. En el caso de transmisión mediante el respondedor RD, el campo RDG/más PPDU se ajusta a "1" cuando una PPDU que incluye el correspondiente subcampo es la última trama transmitida por el respondedor RD y a "0" cuando se transmite otra PPDU.

El subcampo central de control HT del campo de control de HT para HT puede incluir un subcampo de adaptación de enlace, un subcampo de posición de calibración, un subcampo de secuencia de calibración, un subcampo reservado, un subcampo de información de estado de canal (CSI, channel state information)/direccionamiento, un subcampo de anuncio de paquete de datos nulo HT (NDP, null data packet) y un subcampo reservado.

- 30 El subcampo de adaptación de enlace puede incluir un subcampo de solicitud de entrenamiento (TRQ, training request), un subcampo de solicitud de esquema de modulación y codificación (MCS) o selección de antena (ASEL), un subcampo de identificador de secuencia de retroalimentación MCS (MFSI, MCS feedback sequence identifier) y un subcampo de datos/comando de selección de antena y retroalimentación MCS (MFB/ASELC).

- 35 El subcampo TRQ se ajusta a "1" cuando se requiere que un respondedor transmita una PPDU de sondeo y se ajusta a "0" cuando no se requiere que el respondedor transmita una PPDU de sondeo.

Cuando el subcampo MAI se ajusta a 14, el subcampo MAI indica indicación ASEL y el subcampo MFB/ASELC se interpreta como datos/comando de selección de antena. Si no, el subcampo MAI indica solicitud MCS y el subcampo MFB/ASELC se interpreta como retroalimentación MCS.

- 40 Cuando el subcampo MAI indica solicitud MCS (MRQ), se considera que el subcampo MAI se compone de una MRQ (solicitud MCS) y un MSI (identificador de secuencia MRQ). El subcampo MRQ se ajusta a "1" cuando se solicita retroalimentación MCS y se ajusta a "0" cuando no se solicita retroalimentación MCS. Cuando el subcampo MRQ es "1", el subcampo MSI incluye un número de secuencia para especificar solicitud de retroalimentación MCS. Cuando el subcampo MRQ es "0", el subcampo MSI se ajusta a un bit reservado.

- 45 Los subcampos descritos anteriormente corresponden a subcampos a modo de ejemplo que pueden estar incluidos en el campo de control de HT y pueden ser sustituidos por otros subcampos, o se pueden incluir subcampos adicionales en el campo de control de HT.

La figura 8 muestra un formato VHT del campo de control de HT en un sistema de comunicación inalámbrica al que es aplicable la presente invención.

- 50 Haciendo referencia a la figura 8, el campo de control de HT puede incluir un subcampo VHT, un subcampo central de control HT, un subcampo de restricción AC y un subcampo de RDG/más PPDU.

En la figura 8, se supone el campo de control de HT para VHT (es decir, VHT = 1). El campo de control de HT para VHT se puede denominar un campo de control de VHT.

El subcampo de restricción AC y el subcampo RDG/más PPDU son idénticos a los mostrados en la figura 7 y, por lo tanto, se omite la descripción de los mismos.

Tal como se ha descrito anteriormente, el subcampo central de control HT puede tener un formato dependiente de una indicación del subcampo VHT.

- 5 El subcampo central de control HT del campo de control de HT para VHT puede incluir un bit reservado, un subcampo de solicitud de retroalimentación MCS (MRQ), un subcampo de identificador de secuencia MRQ (MSI)/codificación de bloque de espacio-tiempo (STBC), un subcampo de identificador de secuencia de retroalimentación MCS (MFSI)/bit menos significativo (LSB, least significant bit) de ID de grupo (GID-L), un subcampo de retroalimentación MCS (MFB), un subcampo de MSB de ID de grupo (GID-H), un subcampo de tipo de codificación, un subcampo de tipo de transmisión de retroalimentación (FB Tx) y un subcampo de MFB no solicitada.
- 10

La tabla 3 muestra la definición de cada subcampo incluido en el subcampo central de control HT del formato VHT.

Tabla 3

Subcampo	Significado	Definición
MRQ	Solicitud MCS	Ajustar a "1" cuando se solicita retroalimentación MCS (MFB solicitada) y ajustar a "0" si no.
MSI	Identificador de secuencia MRQ	Cuando el subcampo MFB no solicitada es "0" y el subcampo MRQ se ajusta a "1", el subcampo MSI incluye un número de secuencia en el rango de 0 a 6 para identificar una solicitud específica. Cuando el subcampo MFB no solicitada es "1", esto incluye un subcampo MSI comprimido (2 bits) y un subcampo de indicación STBC (1 bit).
MFSI/GID-L	Identificador de secuencia MFB/LSB de ID de grupo	Cuando el subcampo MFB no solicitada se ajusta a "0", el subcampo MFSI/GID-L incluye un valor de recepción MSI incluido en una trama relacionada con información MFB. Cuando el subcampo MFB no solicitada se ajusta a "1" y MFB se estima a partir de una PPDU MU, el subcampo MFSI/GID-L incluye 3 LSB de un ID de grupo de la PPDU a partir de la que se estimó MFB.
MFB	VHT N_STS, MCS, BW, retroalimentación SNR	El subcampo MFB incluye MFB recomendada. VHT-MCS=15 y NUM_STS=7 indica que no hay retroalimentación presente.
GID-H	MSB de ID de grupo	Cuando el subcampo MFB no solicitada se ajusta a "1" y MFB se estima a partir de PPDU MU VHT, el subcampo GID-H incluye 3 MSB de un ID de grupo de la PPDU desde la que se estimó la MFB no solicitada. MFB se estima a partir de una PPDU SU y el subcampo GID-H se ajusta a "1".
Tipo de codificación	Tipo de codificación de respuesta MFB	Cuando el subcampo MFB no solicitada se ajusta a "1", el subcampo tipo de codificación incluye tipo de codificación (BCC (codificación convolucional binaria) es 0 y LDPC (comprobación de paridad de baja densidad) es 1) de una trama en la que se estima MFB no solicitada.
Tipo FB Tx	Tipo de transmisión de respuesta MFB	Cuando el subcampo MFB no solicitada se ajusta a "1" y MFB se estima a partir de una PPDU VHT sin formación de haces, el subcampo de tipo FB Tx se ajusta a "0". Cuando el subcampo MFB no solicitada se ajusta a "1" y MFB se estima a partir de una PPDU VHT conformación de haces, el subcampo FB Tx se ajusta a "1".
MFB no solicitada	Indicador de retroalimentación MCS no solicitada	Cuando MFB es una respuesta a MRQ, esta se ajusta a "1". Cuando MFB no es una respuesta MRQ, esta se ajusta a "0".

Además, el subcampo MFB puede incluir un subcampo VHT_NUM_STS (número de flujos de espacio-tiempo), un subcampo VHT-MCS, un subcampo de ancho de banda (BW) y un subcampo de SNR (signal to noise ratio, relación señal/ruido).

- 5 El subcampo NUM_STS indica el número de flujos espaciales recomendados. El subcampo VHT-MCS indica un MCS recomendado. El subcampo BW indica información de ancho de banda relacionada con el MCS recomendado. El subcampo SNR indica una SNR promedio en subportadoras de datos y flujos espaciales.

- 10 La información incluida en los campos mencionados anteriormente puede ser conforme a la definición del sistema IEEE 802.11. Además, los campos mencionados anteriormente corresponden a campos a modo de ejemplo que pueden incluirse en una trama MAC pero no se limitan a estos. Es decir, los campos mencionados anteriormente pueden ser sustituidos por otros campos, o se pueden incluir además campos adicionales, y todos los campos pueden no incluirse necesariamente.

Procedimiento de establecimiento de enlace

La figura 9 es un diagrama que muestra un procedimiento de establecimiento de enlace normal en un sistema de comunicación inalámbrica al que es aplicable la presente invención.

- 15 Cuando una STA pretende establecer un enlace para una red y transmitir/recibir datos, la STA tiene que llevar a cabo un procedimiento de escaneo para descubrir la red, un procedimiento de autenticación y un procedimiento de asociación. El procedimiento de establecimiento de enlace se puede denominar asimismo un procedimiento de establecimiento de sesión. Los procedimientos de escaneo, autenticación y asociación del procedimiento de establecimiento de enlace se pueden denominar generalmente un procedimiento de asociación.
- 20 En WLAN, el procedimiento de escaneo se divide en un procedimiento de escaneo pasivo y un procedimiento de escaneo activo.

La figura 9(a) muestra un procedimiento de establecimiento de enlace acorde con escaneo pasivo y la figura 9(b) muestra un procedimiento de establecimiento de enlace acorde con escaneo activo.

- 25 Tal como se muestra en la figura 9(a), el procedimiento de escaneo pasivo se lleva a cabo a través de una trama de baliza que se difunde periódicamente mediante un AP. La trama de baliza, una de las tramas de gestión en IEEE 802.11, es difundida periódicamente (por ejemplo, a intervalos de 100 ms) para indicar la presencia de una red inalámbrica, de manera que las STA no AP que llevan a cabo escaneo pueden descubrir la red inalámbrica y unirse a la misma. La trama de baliza lleva información acerca de la red actual (por ejemplo, información sobre un BSS).

- 30 Para obtener información de la red, una STA no AP espera la recepción de la trama de baliza mientras cambia canales manualmente. Tras la recepción de la trama de baliza, la STA no AP almacena la información de red incluida en la trama de baliza recibida, se desplaza al siguiente canal y realiza el escaneo sobre el siguiente canal por medio del mismo método. Cuando la STA no AP recibe la trama de baliza para obtener la información de red, el procedimiento de escaneo sobre el canal correspondiente se completa.

- 35 De este modo, el procedimiento de escaneo pasivo finaliza cuando la STA no AP recibe la trama de baliza sin la necesidad de transmitir otras tramas y, por lo tanto, tiene la ventaja de una sobrecarga pequeña. Sin embargo, el tiempo de escaneo de la STA no AP aumenta en comparación con el intervalo de transmisión de trama de baliza.

En el procedimiento de escaneo activo, tal como se muestra en la figura 9(b), una STA no AP difunde una trama de solicitud de sondeo mientras cambia activamente canales para buscar AP circundantes con el fin de solicitar información de red de todas las AP que reciben la trama de solicitud de sondeo.

- 40 Un respondedor que ha recibido la trama de solicitud de sondeo carga información de red en una trama de respuesta de sondeo y transmite la trama de respuesta de sondeo que incluye la información de red a la STA no AP después de esperar un tiempo aleatorio para impedir colisión de tramas. Tras la recepción de la trama de respuesta de sondeo, la STA puede almacenar información relacionada con la red, incluida en la respuesta de trama de sondeo recibida, pasar al siguiente canal y llevar a cabo el escaneo por medio del mismo método. El procedimiento de escaneo se completa cuando la STA no AP recibe la trama de respuesta de sondeo para adquirir la información de red.
- 45

El procedimiento de escaneo activo tiene la ventaja de un escaneo rápido comparado con el procedimiento de escaneo pasivo. Sin embargo, el procedimiento de escaneo activo requiere una secuencia de trama adicional, aumentando la sobrecarga de la red.

- 50 Tras completarse el procedimiento de escaneo, la STA no AP selecciona una red en base a los estándares de la misma, y a continuación realiza el procedimiento de autenticación con respecto al correspondiente AP.

El procedimiento de autenticación se lleva a cabo por medio de un proceso en el que la STA no AP transmite una trama de solicitud de autenticación al AP y un proceso en el que el AP transmite una trama de respuesta de

autenticación a la STA no AP en respuesta a la trama de solicitud de autenticación, es decir, un establecimiento de comunicación ("handshaking") bidireccional.

Las tramas de autenticación utilizadas para solicitud/respuesta de autenticación corresponden a tramas de gestión.

5 Las tramas de autenticación pueden incluir información acerca de un número de algoritmo de autenticación, un número de secuencia de transacción de autenticación, código de estado, texto de desafío, una red de seguridad robusta (RSN, robust security network), un grupo cíclico finito, etc. Dicha información corresponde a un ejemplo de información que se puede incluir en las tramas de solicitud/respuesta de autenticación y puede ser sustituida por otra información, o se puede incluir además información adicional.

10 La STA no AP puede transmitir la trama de solicitud de autenticación al AP. El AP puede determinar si permite autenticación de la STA no AP en base a la información incluida en la trama de solicitud de autenticación recibida. El AP puede proporcionar un resultado de procesamiento de autenticación a la STA no AP a través de la trama de respuesta de autenticación.

La STA no AP y el AP se autentican entre sí a través del procedimiento de autenticación y, a continuación, establecen una asociación.

15 El procedimiento de asociación se lleva a cabo por medio de un proceso en el que la STA no AP transmite una trama de solicitud de asociación al AP y un proceso en el que el AP transmite una trama de respuesta de asociación a la STA no AP en respuesta a la trama de solicitud de asociación, es decir, un establecimiento de comunicación bidireccional.

20 La trama de solicitud de asociación puede incluir información acerca de varias capacidades de la STA no AP e información acerca de un intervalo de escucha de baliza, un identificador de conjunto de servicio (SSID, service set identifier), velocidades soportadas, canales soportados, RSN, dominio de movilidad, clases de funcionamiento soportadas, solicitud de difusión de mapa de indicación de tráfico (TIM, traffic indication map), capacidades de servicio de interfuncionamiento, etc.

25 En base a la solicitud de trama de asociación, el AP determina si la STA no AP es soportable. Después de la determinación, el AP carga, en la trama de respuesta de asociación, información acerca de si la solicitud de asociación se permite, la razón para ello y las capacidades soportables por el AP, y transmite la trama de respuesta de asociación a la STA no AP.

30 La trama de respuesta de asociación puede incluir información acerca de varias capacidades e información acerca de código de estado, ID de asociación (AID), velocidades soportadas, un conjunto de parámetros de acceso de canal distribuido mejorado (EDCA, enhanced distributed channel access), un indicador de potencia de canal recibida (RCPI, received channel power indicator), un indicador de señal recibida frente a ruido (RSNI, received signal to noise indicator), dominio de movilidad, un intervalo de límite de tiempo (tiempo de retorno de asociación), un parámetro de escaneo de BSS en solapamiento, una respuesta de difusión TIM, un mapa de calidad del servicio (QOS, quality of service), etc.

35 La información mencionada anteriormente, que puede estar incluida en las tramas de solicitud/respuesta de asociación, es a modo de ejemplo y puede ser sustituida por otra información, o se puede incluir además información adicional.

40 Cuando la STA no AP ha sido asociada satisfactoriamente con el AP, se realizan transmisión y recepción normales. En cambio, cuando la STA no AP no ha sido asociada satisfactoriamente con el AP, la STA no AP puede reintentar el procedimiento de asociación o intentar una asociación con otro AP, en base a la razón del fallo de asociación.

Mecanismo de acceso al medio

En IEEE 802.11, la comunicación es básicamente diferente de la de un entorno de canal cableado, debido a que se lleva a cabo en un medio inalámbrico compartido.

45 En un entorno de canal cableado, la comunicación es posible en base a la detección de colisión/acceso múltiple por detección de portadora (CSMA/CD, carrier sense multiple access/collision detection). Por ejemplo, cuando una señal es transmitida una vez mediante una etapa de transmisión, esta se transmite hasta una etapa de recepción sin experimentar una gran atenuación de señal, debido a que no hay grandes cambios en el entorno del canal. En este caso, cuando se detecta una colisión entre dos o más señales, la detección es posible. La razón para esto es que la potencia detectada por la etapa de recepción se hace instantáneamente mayor que la potencia transmitida por la etapa de transmisión. Sin embargo, en un entorno de canal de radio, dado que diversos factores (por ejemplo, la atenuación de la señal depende sensiblemente de la distancia, o se puede generar desvanecimiento profundo instantáneo) afectan a un canal, una etapa de transmisión no puede llevar a cabo con precisión detección de portadora, en lo que se refiere a si una señal ha sido transmitida correctamente por una etapa de recepción o se ha generado una colisión.

Por consiguiente, en un sistema WLAN acorde con IEEE 802.11, se ha introducido un mecanismo de acceso múltiple por detección de portadora con evitación de colisión (CSMA/CA) como el mecanismo de acceso básico de MAC. El mecanismo CAMA/CA se puede denominar asimismo una función de coordinación distribuida (DCF, distributed coordination function) de MAC IEEE 802.11, y básicamente adopta un mecanismo de acceso de “escuchar antes de hablar”. Según dicho tipo de mecanismo de acceso, un AP y/o una STA llevan a cabo estimación de canal libre (CCA, clear channel assessment) para enviar un canal de radio o un medio durante un intervalo de tiempo específico (por ejemplo, un espacio entre tramas DCF (DIFS)) antes de la transmisión. Si, como resultado de la detección, se determina que el medio está en un estado inactivo, el AP y/o la STA comienzan a transmitir una trama a través del medio correspondiente. Por el contrario, si, como resultado de la detección, se determina que el medio está en un estado activo (o un estado ocupado), el AP y/o la STA no comienzan su transmisión, pueden esperar durante un tiempo de retardo (por ejemplo, un periodo de interrupción aleatorio) para acceso al medio además del DIFS suponiendo que varias STA están ya en espera, para utilizar el medio correspondiente, y pueden, a continuación, intentar la transmisión de trama.

Asumiendo que, aplicando el periodo de interrupción aleatorio, están presentes varias STA intentando transmitir tramas, estas esperarán diferentes tiempos debido a que las STA tienen aleatoriamente diferentes valores de periodo de interrupción e intentarán transmisión de trama. En este caso, una colisión se puede minimizar aplicando el periodo de interrupción aleatorio.

Además, el protocolo de IEEE 802.11 MAC proporciona una función de coordinación híbrida (HCF, hybrid coordination function). La HCF se basa en una DCF y en una función de coordinación de puntos (PCF, point coordination function). La PCF es un método de acceso síncrono basado en sondeo, y se refiere a un método para realizar periódicamente un sondeo de manera que todas las AP y/o STA receptoras puedan recibir una trama de datos. Además, la HCF tiene acceso de canal distribuido mejorado (EDCA, enhanced distributed channel access) y acceso de canal controlado HCF (HCCA, HCF controlled channel access). En EDCA, un proveedor lleva a cabo un método de acceso para proporcionar una trama de datos a múltiples usuarios, en un esquema de contienda. En HCCA, se utiliza un método de acceso de canal no basado en contienda que utiliza un mecanismo de sondeo. Además, la HCF incluye un mecanismo de acceso al medio para mejorar la calidad del servicio (QoS) de una WLAN, y puede transmitir datos de QoS tanto en un periodo de contienda (CP, contention period) como en un periodo sin contienda (CFP, contention-free period).

La figura 10 es un diagrama que muestra un periodo de interrupción aleatorio y un procedimiento de transmisión de trama en un sistema de comunicación inalámbrica al que se puede aplicar una realización de la presente invención.

Cuando un medio específico conmuta de un estado activo (u ocupado) a un estado inactivo, las diversas STA pueden intentar transmitir datos (o tramas). En este caso, como esquema para minimizar una colisión, cada una de las STA puede seleccionar un cómputo de interrupción aleatorio, puede esperar un tiempo de intervalo correspondiente al cómputo de interrupción aleatorio seleccionado, y puede intentar la transmisión. El cómputo de interrupción aleatorio tiene un valor entero pseudoaleatorio y se puede determinar como uno de entre valores distribuidos uniformemente desde 0 hasta un intervalo de ventana de contienda (CW, contention window). En este caso, la CW es un valor de parámetro CW. En el parámetro CW, CW_min se proporciona como un valor inicial. Si la transmisión falla (por ejemplo, si no se ha recibido ACK para una trama transmitida), el CW_min puede tener un valor doble. Si el parámetro CW se hace CW_max, puede mantener el valor CW_max hasta que la transmisión de datos sea satisfactoria, y se puede intentar la transmisión de datos. Si la transmisión de datos es satisfactoria, el parámetro CW se restablece a un valor CW_min. Los valores CW, CW_min y CW_max se pueden ajustar a $(2^n)-1$ ($n=0, 1, 2, \dots$).

Cuando comienza un proceso de interrupción aleatorio, una STA lleva a cabo una cuenta atrás del intervalo de interrupción, en base a un valor de cómputo de interrupción determinado, y sigue monitorizando un medio durante la cuenta atrás. Cuando el medio monitorizado está en un estado ocupado, la STA detiene la cuenta atrás y espera. Cuando el medio pasa a un estado inactivo, la STA reanuda la cuenta atrás.

En el ejemplo de la figura 10, cuando se llega a un paquete a transmitir en el MAC de una STA 3, la STA 3 puede comprobar que un medio esté en un estado inactivo mediante un DIFS y puede transmitir inmediatamente una trama.

Las STA restantes monitorizan que el medio esté en estado ocupado y esperan. Al mismo tiempo, se pueden generar datos a transmitir por cada una de una STA 1, una STA 2 y una STA 5. Cuando el medio se monitoriza como estado inactivo, cada una de las STA espera un DIFS y realiza una cuenta atrás de un intervalo de interrupción en base a cada valor de cómputo de interrupción aleatorio seleccionado.

El ejemplo de la figura 10 muestra que la STA 2 ha seleccionado el mínimo valor de cómputo de interrupción, y la STA 1 ha seleccionado el máximo valor de cómputo de interrupción. Es decir, la figura 7 muestra que el tiempo de interrupción restante de la STA 5 es más corto que el tiempo de interrupción restante de la STA 1, en un momento en el que la STA 2 finaliza un cómputo de interrupción y comienza la transmisión de trama.

La STA 1 y la STA 5 realizan la cuenta atrás y esperan mientras la STA 2 ocupa el medio. Cuando la ocupación del medio mediante la STA 2 finaliza y el medio pasa de nuevo a un estado inactivo, cada una de la STA 1 y la STA 5

espera durante un DIFS y reanuda el cómputo de interrupción detenido. Es decir, cada una de la STA 1 y la STA 5 puede comenzar la transmisión de trama después de realizar una cuenta atrás del intervalo de interrupción restante, correspondiente al intervalo de interrupción restante. La STA 5 comienza la transmisión de trama debido a que la STA 5 tiene un tiempo de interrupción restante más corto que la STA 1.

- 5 Mientras la STA 2 ocupa el medio, en la STA 4 se pueden generar datos a transmitir. En este caso, desde el punto de vista de la STA 4, cuando el medio pasa a un estado inactivo, la STA 4 espera durante un DIFS y realiza una cuenta atrás de un intervalo de interrupción correspondiente a su valor de cómputo de interrupción aleatorio seleccionado.

- 10 La figura 10 muestra un ejemplo en el que el tiempo de interrupción restante de la STA 5 coincide con el valor de cómputo de interrupción aleatorio de la STA 4. En este caso, se puede generar una colisión entre la STA 4 y la STA 5. Cuando se genera una colisión, ni la STA 4 ni la STA 5 reciben ACK, de manera que la transmisión de datos falla. En este caso, cada una de la STA 4 y la STA 5 duplica su valor de CW, selecciona un valor de cómputo de interrupción aleatorio, y realiza una cuenta atrás del intervalo de interrupción.

- 15 La STA 1 espera mientras el medio está en el estado ocupado debido a la transmisión de la STA 4 y la STA 5. Cuando el medio pasa a estado inactivo, la STA 1 puede esperar un DIFS y comenzar la transmisión de trama después de que transcurra el tiempo de interrupción restante.

El mecanismo de CSMA/CA incluye detección de portadora virtual además de detección de portadora física en la que un AP y/o una STA detectan directamente un medio.

- 20 La detección de portadora virtual es para complementar un problema que se puede generar en términos de acceso al medio, tal como un problema de nodo oculto. Para la detección de portadora virtual, el MAC de un sistema WLAN utiliza un vector de asignación de red (NAV, network allocation vector). El NAV es un valor indicado por un AP y/o una STA que utiliza actualmente un medio o tiene derecho a utilizar el medio, para notificar a otra AP y/o STA el tiempo restante hasta que el medio pase a un estado disponible. Por consiguiente, un valor establecido como el NAV corresponde al periodo en el que un medio está reservado para ser utilizado por un AP y/o una STA que transmite tramas correspondientes. Una STA que recibe un valor de NAV tiene prohibido acceder al medio durante el periodo correspondiente. El NAV se puede ajustar en base al valor del campo de duración de la cabecera MAC de una trama, por ejemplo.

- 30 Un AP y/o una STA pueden llevar a cabo un procedimiento para intercambiar una trama de solicitud para enviar (RTS, request to send) y una trama de libre para enviar (CTS, clear to send), con el fin de proporcionar una notificación de que accederán a un medio. La trama RTS y la trama CTS incluyen información que indica una sección temporal en la que un medio inalámbrico requerido para transmitir/recibir una trama ACK ha sido reservado para acceso si se soporta sustancialmente transmisión de trama de datos y una respuesta de acuse (ACK). Otra STA que ha recibido una trama RTS desde un AP y/o una STA que intenta enviar una trama o que ha recibido una trama CTS transmitida por una STA a la que será transmitida una trama, pueden estar configuradas para no acceder a un medio durante una sección temporal indicada por información incluida en la trama RTS/CTS. Esto se puede implementar ajustando el NAV durante un intervalo de tiempo.

Método de transmisión de múltiples usuarios (MU) de UL

- 40 Un formato y numeración de trama nuevos para un sistema 802.11ax, es decir, el sistema WLAN de siguiente generación, se discuten activamente en una situación en la que los vendedores de varios campos tienen mucho interés en la WiFi de siguiente generación, y la demanda de tasa de transferencia efectiva elevada y de mejora del rendimiento de la calidad de la experiencia (QoE, quality of experience) son mayores después de 802.11ac.

IEEE 802.11ax es uno de los sistemas WLAN recientemente propuestos como sistemas WLAN de siguiente generación para soportar una mayor velocidad de datos y procesar una mayor carga de usuarios, y se denomina asimismo una denominada WLAN de alta eficiencia (HEW, high efficiency WLAN).

- 45 Un sistema WLAN IEEE 802.11ax puede funcionar en una banda de frecuencia 2.4 GHz y una banda de frecuencia de 5 GHz, como los sistemas WLAN existentes. Además, un sistema WLAN IEEE 802.11ax puede funcionar asimismo en una banda de frecuencia superior de 60 GHz.

- 50 En el sistema IEEE 802.11ax, un tamaño de FFT cuatro veces mayor que el de los sistemas OFDM IEEE 802.11 existentes (por ejemplo, IEEE 802.11a, 802.11n y 802.11ac) se puede utilizar en cada ancho de banda para la mejora de la tasa de transferencia efectiva promedio y para transmisión robusta en exteriores para interferencia entre símbolos. Esto se describe a continuación haciendo referencia a los dibujos relacionados.

- 55 A continuación, en una descripción de una PPDU de formato HE, según una realización de la presente invención, las descripciones de las mencionadas PPDU de formato no HT, PPDU de formato HT mixto, PPDU de formato de campo verde HT y/o PPDU de formato VHT se pueden reflejar en la descripción de la PPDU de formato HE, aunque por lo demás estas no se describen.

La figura 11 es un diagrama que muestra una PPDU de formato HT (alta eficiencia), de acuerdo con una realización de la presente invención.

Haciendo referencia a la figura 11, una PPDU de formato HE para HEW se puede componer de una parte heredada (parte L) y de una parte HE (parte HE).

- 5 La parte L incluye el campo L-STF, el campo L-LTF y el campo L-SIG, del mismo modo que en los sistemas WLAN anteriores. El campo L-STF, el campo L-LTF y el campo L-SIG se pueden denominar un preámbulo heredado.

La parte HE es una parte recién definida para estándares 802.11ax y puede incluir el campo HE-SIG, un preámbulo a HE (preámbulo HE) y datos (datos HE). El preámbulo HE puede incluir un campo HE-STF y un campo HE-LTF. Además, el campo HE-STF, el campo HE-LTF y el campo HE-SIG se pueden denominar en común el preámbulo HE.

Aunque la figura 11 muestra el orden del campo HE-SIG, el campo HE-STF y el campo HE-LTF, el orden se puede variar.

La parte L, el campo HE-SIG y el preámbulo HE se pueden denominar en común un preámbulo físico (PHY).

- 15 El campo HE-SIG puede incluir información (por ejemplo, OFDMA, UL MU MIMO, MCS mejorado, etc.) para descodificar el campo de datos HE.

La parte L y la parte HE (en particular, el preámbulo HE y los datos HE) pueden tener diferentes tamaños de FFT (Fast Fourier Transform, transformada de Fourier rápida) y pueden utilizar diferentes CP (cyclic prefixes, prefijos cíclicos). Es decir, se pueden definir separaciones diferentes de frecuencia de subportadora para la parte L y la parte HE (en particular, el preámbulo HE y los datos HE).

- 20 En un sistema 802.11ax, se puede utilizar un tamaño de FFT cuatro veces (4x) mayor que el de un sistema WLAN heredado. Es decir, la parte L puede tener una estructura de símbolos 1x, y la parte HE (más específicamente, preámbulo HE y datos HE) puede tener una estructura de símbolos 4x. En este caso, la FFT de un tamaño 1x, 2x o 4x supone un tamaño relativo para un sistema WLAN heredado (por ejemplo, IEEE 802.11a, 802.11n y 802.11ac).

- 25 Por ejemplo, si los tamaños de las FFT utilizadas en la parte L son 64, 128, 256 y 512 en 20 MHz, 40 MHz, 80 MHz y 160 MHz, respectivamente, los tamaños de las FFT utilizadas en la parte HE pueden ser 256, 512, 1024 y 2048 en 20 MHz, 40 MHz, 80 MHz y 160 MHz, respectivamente.

Si un tamaño de FFT es mayor que el de un sistema WLAN heredado como se ha descrito anteriormente, se reduce la separación de frecuencias de subportadora. Por consiguiente, se incrementa el número de subportadoras por frecuencia unitaria, pero se incrementa la longitud de un símbolo OFDM.

- 30 Es decir, si se utiliza un tamaño de FFT mayor, esto supone que se reduce la separación entre subportadoras. Análogamente, supone que se incrementa el periodo de transformada de Fourier discreta inversa (IDFT, inverse discrete Fourier transform)/transformada de Fourier discreta (DFT, discrete Fourier transform). En este caso, el periodo IDFT/DFT puede suponer una longitud de símbolo diferente de un intervalo de guarda (GI) en un símbolo OFDM.

- 35 Por consiguiente, si un tamaño de FFT cuatro veces mayor que el de la parte L se utiliza en la parte HE (más específicamente, el preámbulo HE y el campo de datos HE), la separación de subportadoras de la parte HE pasa a ser 1/4 de la separación de subportadoras de la parte L, y el periodo IDFT/DFT de la parte HE es cuatro veces el periodo IDFT/DFT de la parte L. Por ejemplo, si la separación de subportadoras de la parte L es 312,5 kHz (=20 MHz/64, 40 MHz/128, 80 MHz/256 y/o 160 MHz/512), la separación de subportadoras de la parte HE puede ser 78,125 kHz (=20 MHz/256, 40 MHz/512, 80 MHz/1024 y/o 160 MHz/2048). Además, si el periodo IDFT/DFT de la parte L es 3,2 μ s (=1/312,5 kHz), el periodo IDFT/DFT de la parte HE puede ser 12,8 μ s (=1/78,125 kHz).

En este caso, dado que uno de 0,8 μ s, 1,6 μ s y 3,2 μ s se puede utilizar como GI, la longitud de símbolos OFDM (o intervalo de símbolos) de la parte HE que incluye el GI puede ser 13,6 μ s, 14,4 μ s o 16 μ s, dependiendo del GI.

- 45 Aunque la figura 11 muestra un caso en el que el campo HE-SIG se configura en una estructura de 1x símbolos, el campo HE-SIG se puede configurar en una estructura de 4x símbolos, tal como el preámbulo HE y los datos HE.

Diferenciándose del ejemplo mostrado en la figura 11, HE-SIG se puede dividir en un campo HE-SIG A y un campo HE-SIG B. En este caso, el tamaño de FFT por frecuencia unitaria puede aumentar más después de HE-SIG B. Es decir, la longitud de símbolos OFDM puede aumentar más que la de la parte L después de HE-SIG B.

- 50 La PPDU de formato HE para un sistema WLAN al que es aplicable la presente invención se puede transmitir a través de, por lo menos, un canal de 20 MHz. Por ejemplo, la PPDU de formato HE se puede transmitir en una banda de frecuencia de 40 MHz, 80 MHz o 160 MHz a través de un total de cuatro canales de 20 MHz. Esto se describirá en mayor detalle a continuación, haciendo referencia a los dibujos adjuntos.

La figura 12 es un diagrama que muestra una PPDU de formato HE, según una realización de la presente invención.

La figura 12 muestra un formato PPDU cuando se asignan 80 MHz a una única STA (o se asignan unidades de recursos OFDMA a una serie de STA dentro de 80 MHz) o cuando diferentes flujos de 80 MHz son asignados respectivamente a una serie de STA.

5 Haciendo referencia a la figura 12, L-STF, L-LTF y L-SIG se pueden transmitir a través de símbolos OFDM generados en base a 64 puntos FFT (o 64 subportadoras) en cada canal de 20 MHz.

Un campo HE-SIG-A puede incluir información de control común, recibida en común por las STA que reciben una PPDU. El campo HE-SIG-A se puede transmitir en 1 a 3 símbolos OFDM. El campo HE-SIG-A se duplica para cada 20 MHz y contiene la misma información. Asimismo, el campo HE-SIG-A indica información del ancho de banda total del sistema.

10 La tabla 4 muestra información contenida en el campo HE-SIG-A.

Tabla 4

Campo	Bits	Descripción
Ancho de banda	2	Indica un ancho de banda en el que se transmite una PPDU. Por ejemplo, 20 MHz, 40 MHz, 80 MHz o 160 MHz
ID de grupo	6	Indica una STA o un grupo de STA que recibirán una PPDU
Información de flujos	12	Indica el número o la localización de flujos espaciales para cada STA, o el número o la localización de flujos espaciales para un grupo de STA
Indicación de UL	1	Indica si una PPDU está destinada a un AP (enlace ascendente) o una STA (enlace descendente)
Indicación de MU	1	Indica si una PPDU es una SU-MIMO PPDU o una MU-MIMO PPDU
Indicación de GI	1	Indica si se utiliza un GI corto o un GI largo
Información de asignación	12	Indica una banda o canal (índice de sub-canal o índice de sub-banda) asignado a cada STA en un ancho de banda en el que se transmite una PPDU
Potencia de transmisión	12	Indica una potencia de transmisión para cada canal o cada STA

15 La información contenida en cada uno de los campos mostrados en la tabla 4 puede ser tal como se define en el sistema IEEE 802.11. Asimismo, los campos descritos anteriormente son ejemplos de los campos que se pueden incluir en la PPDU, de forma no limitativa. Es decir, los campos descritos anteriormente pueden ser sustituidos por otros campos o incluir otros campos adicionales, y no todos los campos tienen por qué estar incluidos necesariamente.

El campo HE-STF se utiliza para mejorar la estimación AGC en transmisión MIMO.

20 El campo HE-SIG-B puede incluir información específica por usuario, que se requiere para que cada STA reciba sus propios datos (es decir, unidad de datos de servicio de capa física (PSDU)). El campo HE-SIG-B puede ser transmitido en uno o dos símbolos OFDM. Por ejemplo, el campo HE-SIG-B puede incluir información sobre la longitud de una PSDU correspondiente y el esquema de modulación y codificación (MCS) de la PSDU correspondiente.

25 El campo L-STF, el campo L-LTF, el campo L-SIG, y el campo HE-SIG-A se pueden transmitir por duplicado en cada canal de 20 MHz. Por ejemplo, cuando una PPDU se transmite a través de cuatro canales de 20 MHz, el campo L-STF, el campo L-LTF, el campo L-STG y el campo HE-SIG-A se pueden transmitir por duplicado en cada canal de 20 MHz.

30 Si se incrementa el tamaño de FFT, una STA heredada que soporte IEEE 802.11a/g/n/ac convencional puede ser incapaz de decodificar una correspondiente PPDU. Para coexistencia entre una STA heredada y una STA HE, el L-STF, el L-LTF y los campos L-SIG son transmitidos a través de 64 FFT en un canal de 20 MHz, de manera que pueden ser recibidos por una STA heredada. Por ejemplo, el campo L-SIG puede ocupar un único símbolo OFDM, el tiempo del símbolo OFDM único puede ser de 4 μ s, y un GI puede ser de 0,8 μ s.

El tamaño de FFT por frecuencia unitaria puede aumentar más a partir del HE-STF. Por ejemplo, se pueden utilizar 256 FFT en un canal de 20 MHz, 512 FFT en un canal de 40 MHz, y 1024 FFT en un canal de 80 MHz. Si se

incrementa el tamaño de FFT, el número de subportadoras OFDM por unidad de frecuencia se incrementa debido a que la separación entre subportadoras OFDM se reduce, pero se puede incrementar el tiempo de los símbolos OFDM. Para mejorar la eficiencia del sistema, la longitud de un GI después del HE-STF se puede hacer igual a la longitud del GI del HE-SIG-A.

- 5 El campo HE-SIG-A incluye información que se requiere para que una STA HE descodifique una PPDU HE. Sin embargo, el campo HE-SIG-A puede ser transmitido a través de 64 FFT en un canal de 20 MHz, de manera que puede ser recibido tanto por una STA heredada como por una STA HE. La razón para esto es que una STA HE puede recibir PPDU de formato HT convencional/VHT, además de una PPDU de formato HE. En este caso, se requiere que una STA heredada y una STA HE distingan una PPDU de formato HE respecto de una PPDU de formato HT/VHT, y viceversa.

La figura 13 es un dibujo que muestra una PPDU de formato HE, según una realización de la presente invención.

En la figura 13, se supone que se asignan canales de 20 MHz a diferentes STA (por ejemplo, STA 1, STA 2, STA 3 y STA 4)

- 15 Haciendo referencia a la figura 13, un tamaño de FFT por frecuencia unitaria se puede aumentar más desde el HE-SFT (o el HE-SIG-B). Por ejemplo, desde el HE-STF (o el HE-SIG-B), se pueden utilizar 256 FFT en el canal de 20 MHz, 512 FFT en el canal de 40 MHz y se pueden utilizar 1024 FFT en el canal de 80 MHz.

La información transmitida en cada campo incluido en una PPDU es la misma que en el ejemplo de la figura 12 y, por lo tanto, en lo que sigue se omitirán las descripciones de la misma.

- 20 El HE-SIG-B puede incluir información especificada a cada STA, pero está puede ser codificada en toda la banda (es decir, indicada en el campo HE-SIG-A). Es decir, el campo HE-SIG-B incluye información relacionada con cada STA, y cada STA recibe el campo HE-SIG-B.

- 25 El campo HE-SIG-B puede proporcionar información de ancho de banda de frecuencia asignada a cada STA y/o información de flujos en una banda de frecuencia correspondiente. Por ejemplo, en la figura 13, como para el HE-SIG-B, la STA 1 se puede asignar a 20 MHz, la STA 2 se puede asignar a los siguientes 20 MHz, la STA 3 se puede asignar a los siguientes 20 MHz y la STA 4 se puede asignar a los siguientes 20 MHz. Asimismo, la STA 1 y la STA 2 se pueden asignar a 40 MHz y la STA 3 y la STA 4 se pueden asignar a los siguientes 40 MHz. En este caso, la STA 1 y la STA 2 se pueden asignar a flujos diferentes y la STA 3 y la STA 4 se pueden asignar a flujos diferentes.

- 30 Asimismo, se puede definir un campo HE-SIG C y añadirse al ejemplo de la figura 13. En este caso, la información relacionada con cada STA puede ser transmitida en toda la banda en el campo HE-SIG-B, y la información de control específica para cada STA puede ser transmitida mediante 20 MHz a través del campo HE-SIG-C.

Asimismo, a diferencia de los ejemplos de las figuras 12 y 13, el campo HE-SIG-B puede no transmitirse en toda la banda sino transmitirse en 20 MHz, como el campo HE-SIG-A. Esto se describirá haciendo referencia a la figura 24.

La figura 14 es un diagrama que muestra una PPDU de formato HE, según una realización de la presente invención.

- 35 En la figura 14, se supone que se asignan canales de 20 MHz a diferentes STA (por ejemplo, STA 1, STA 2, STA 3 y STA 4)

Haciendo referencia a la figura 14, el campo HE-SIG-B no se transmite en toda la banda sino que se transmite en 20 MHz, como el campo HE-SIG-A. En este caso, sin embargo, a diferencia del campo HE-SIG-A, el campo HE-SIG-B se puede codificar en 20 MHz y transmitirse, pero puede no duplicarse en 20 MHz y transmitirse.

- 40 En este caso, un tamaño de FFT por frecuencia unitaria se puede aumentar más desde el HE-STF (o el HE-SIG-B). Por ejemplo, desde el HE-STF (o el HE-SIG-B), se pueden utilizar 256 FFT en el canal de 20 MHz, 512 FFT en el canal de 40 MHz y se pueden utilizar 1024 FFT en el canal de 80 MHz.

La información transmitida en cada campo incluido en la PPDU es la misma que en el ejemplo de la figura 12 y, por lo tanto, en lo que sigue se omitirán las descripciones de la misma.

El campo HE-SIG-A se duplica mediante 20 MHz y se transmite.

- 45 El campo HE-SIG-B puede proporcionar información de ancho de banda de frecuencia asignada a cada STA y/o información de flujos en una banda de frecuencia correspondiente. Dado que el campo HE-SIG-B incluye información relacionada con cada STA, se puede incluir información relacionada con cada STA en cada campo HE-SIG-B en unidades de 20 MHz. En este caso, en el ejemplo de la figura 14, se asignan 20 MHz a cada STA, pero en un caso en el que se asignan 40 MHz a una STA, el HE-SIG-B puede ser duplicado mediante 20 MHz y transmitido.

- 50 En un caso en el que un ancho de banda parcial que tiene un bajo nivel de interferencia desde un BSS adyacente es asignado a una STA en una situación en la que cada BSS soporta diferentes anchos de banda, preferentemente el HE-SIG-B no se transmite en toda la banda tal como se ha mencionado anteriormente.

En las figuras 11 a 14, un campo de datos, como carga útil, puede incluir un campo de servicio, una PSDU aleatorizada, un bit de cola y un bit de relleno.

Al mismo tiempo, la PPDU de formato HE mostrada en las figuras 11 a 14 se puede distinguir por medio de un L-SIG repetido (RL-SIG), un símbolo repetido de un campo L-SIG. El campo RL-SIG se introduce frente al campo HE SIG-A, y cada STA puede identificar un formato de una PPDU recibida utilizando el campo RL-SIG, como una PPDU de formato HE.

Un método de transmisión, mediante un AP que funciona en un sistema WLAN, de datos a una serie de STA en el mismo recurso de tiempo, se puede denominar transmisión multiusuario de enlace descendente (MU DL). En cambio, un método de transmisión, mediante una serie de STA que funciona en un sistema WLAN, de datos a un AP en el mismo recurso de tiempo se puede denominar transmisión multiusuario de enlace ascendente (MU UL).

Dicha transmisión MU DL o transmisión MU UL se puede multiplexar en un dominio de frecuencia o en un dominio espacial.

Si se multiplexa transmisión MU DL o transmisión MU UL en el dominio de frecuencia, se pueden asignar diferentes recursos de frecuencia (por ejemplo, subportadoras o tonos) a cada una de una serie de STA como recursos de DL o UL, en base a multiplexación por división de frecuencias ortogonales (OFDMA). Un método de transmisión a través de diferentes recursos de frecuencia, en los mismos recursos de tiempo mencionados, se puede denominar "transmisión OFDMA DL/UL".

Si se multiplexa transmisión MU DL o transmisión MU UL en el dominio espacial, se pueden asignar diferentes flujos espaciales a cada una de una serie de STA como recursos de DL o UL. Un método de transmisión a través de diferentes flujos espaciales en los mismos recursos de tiempo mencionados se puede denominar "transmisión MIMO MU DL/UL".

Las figuras 15 a 17 muestran unidades de asignación de recursos en un esquema de transmisión multiusuario OFDMA, de acuerdo con una realización de la presente invención.

Cuando se utiliza un esquema de transmisión OFDMA DL/UL, una serie de unidades de recursos se pueden definir en unidades de n tonos (o subportadoras) en un ancho de banda de PPDU. Una unidad de recursos se refiere a una unidad de asignación de recursos de frecuencia para transmisión OFDMA DL/UL.

Una o varias unidades de recursos son asignadas por STA como unidades de recursos de DL/UL, de tal modo que se pueden asignar diferentes unidades de recursos a una serie de STA.

La figura 15 muestra un caso en el que el ancho de banda de PPDU es de 20 MHz.

7 tonos de CC se pueden posicionar en una región de frecuencia central del ancho de banda de PPDU de 20 MHz. Además, 6 tonos de guarda izquierdos y 5 tonos de guarda derechos se pueden posicionar respectivamente a ambos lados del ancho de banda de PPDU de 20 MHz.

De acuerdo con un esquema de configuración de unidades de recursos mostrado en la figura 15(a), una unidad de recursos se puede componer de 26 tonos (unidad de recursos de 26 tonos). En este caso, 4 tonos restantes pueden estar junto a unidades de recursos de 26 tonos en el ancho de banda de PPDU de 20 MHz, tal como se muestra en la figura 15(a). De acuerdo con un esquema de configuración de unidades de recursos mostrado en la figura 15(b), una unidad de recursos se puede componer de 52 tonos (unidad de recursos de 52 tonos) o 26 tonos. En este caso, 4 tonos restantes pueden estar junto a unidades de recursos de 26 tonos/52 tonos en el ancho de banda de PPDU de 20 MHz, tal como se muestra en la figura 15(b). De acuerdo con un esquema de configuración de unidades de recursos mostrado en la figura 15(c), una unidad de recursos se puede componer de 106 tonos (unidad de recursos de 106 tonos) o 26 tonos. De acuerdo con un esquema de configuración de unidades de recursos mostrado en la figura 15(d), una unidad de recursos se puede componer de 242 tonos (unidad de recursos de 242 tonos).

Cuando una unidad de recursos está configurada tal como se muestra en la figura 15(a), hasta 9 STA pueden estar soportadas para transmisión OFDMA DL/UL en la banda de 20 MHz. Cuando una unidad de recursos está configurada tal como se muestra en la figura 15(b), hasta 5 STA pueden estar soportadas para transmisión OFDMA DL/UL en la banda de 20 MHz. Cuando una unidad de recursos está configurada tal como se muestra en la figura 15(c), hasta 3 STA pueden estar soportadas para transmisión OFDMA DL/UL en la banda de 20 MHz. Cuando una unidad de recursos está configurada tal como se muestra en la figura 15 (d), se pueden asignar 20 MHz a una STA.

En base al número de STA que participan en transmisión OFDMA DL/UL y/o a la cantidad de datos transmitidos o recibidos por una correspondiente STA, se puede aplicar cualquiera de los esquemas de configuración de unidades de recursos mostrados en las figuras 15(a) a 15 (d) o se puede aplicar una combinación de los esquemas de configuración de unidades de recursos de las figuras 15(a) a 15 (d).

La figura 16 muestra un caso en el que el ancho de banda de PPDU es de 40 MHz.

5 tonos de CC se pueden posicionar en una región de frecuencia central del ancho de banda de PPDU de 40 MHz. Además, 12 tonos de guarda izquierdos y 11 tonos de guarda derechos se pueden posicionar respectivamente a ambos lados del ancho de banda de PPDU de 40 MHz.

De acuerdo con un esquema de configuración de unidades de recursos mostrado en la figura 16(a), una unidad de recursos puede estar compuesta de 26 tonos. En este caso, 16 tonos restantes pueden estar junto a unidades de recursos de 26 tonos en el ancho de banda de PPDU de 40 MHz, tal como se muestra en la figura 16(a). De acuerdo con un esquema de configuración de unidades de recursos mostrado en la figura 16(b), una unidad de recursos se puede componer de 52 tonos o 26 tonos. En este caso, 16 tonos restantes pueden estar junto a unidades de recursos de 26 tonos/52 tonos en el ancho de banda de PPDU de 40 MHz, tal como se muestra en la figura 16(b). De acuerdo con un esquema de configuración de unidades de recursos mostrado en la figura 16(c), una unidad de recursos se puede componer de 106 tonos o 26 tonos. En este caso, 8 tonos restantes pueden estar junto a unidades de recursos de 26 tonos/106 tonos en el ancho de banda de PPDU de 40 MHz, tal como se muestra en la figura 16(c). De acuerdo con un esquema de configuración de unidades de recursos mostrado en la figura 16 (d), una unidad de recursos se puede componer de 242 tonos. De acuerdo con un esquema de configuración de unidades de recursos mostrado en la figura 16(e), una unidad de recursos se puede componer de 484 tonos.

Cuando una unidad de recursos está configurada tal como se muestra en la figura 16(a), hasta 18 STA pueden estar soportadas para transmisión OFDMA DL/UL en la banda de 40 MHz. Cuando una unidad de recursos está configurada tal como se muestra en la figura 16(b), hasta 10 STA pueden estar soportadas para transmisión OFDMA DL/UL en la banda de 40 MHz. Cuando una unidad de recursos está configurada tal como se muestra en la figura 16(c), hasta 6 STA pueden estar soportadas para transmisión OFDMA DL/UL en la banda de 40 MHz. Cuando una unidad de recursos está configurada tal como se muestra en la figura 16(d), hasta 2 STA pueden estar soportadas para transmisión OFDMA DL/UL en la banda de 40 MHz. Cuando una unidad de recursos está configurada tal como se muestra en la figura 16(e), la unidad de recursos se puede asignar a una STA para transmisión DL/UL SU en la banda de 40 MHz.

En base al número de STA que participan en transmisión OFDMA DL/UL y/o a la cantidad de datos transmitidos o recibidos por una correspondiente STA, se puede aplicar cualquiera de los esquemas de configuración de unidades de recursos mostrados en las figuras 16(a) a 16 (e) o se puede aplicar una combinación de los esquemas de configuración de unidades de recursos de las figuras 16(a) a 16 (e).

La figura 17 muestra un caso en el que el ancho de banda de PPDU es de 80 MHz.

7 tonos de CC se pueden posicionar en una región de frecuencia central del ancho de banda de PPDU de 80 MHz. Cuando el ancho de banda de PPDU de 80 MHz se asigna a una STA (es decir, una unidad de recursos compuesta de 996 tonos se asigna a una STA), no obstante, 5 tonos de CC pueden estar situados en el centro de la región de frecuencia. Además, 12 tonos de guarda izquierdos y 11 tonos de guarda derechos se pueden posicionar respectivamente a ambos lados del ancho de banda de PPDU de 80 MHz.

De acuerdo con un esquema de configuración de unidades de recursos mostrado en la figura 17(a), una unidad de recursos puede estar compuesta de 26 tonos. En este caso, 32 tonos restantes pueden estar junto a unidades de recursos de 26 tonos en el ancho de banda de PPDU de 80 MHz, tal como se muestra en la figura 17(a). De acuerdo con un esquema de configuración de unidades de recursos mostrado en la figura 17(b), una unidad de recursos se puede componer de 52 tonos o 26 tonos. En este caso, 32 tonos restantes pueden estar junto a unidades de recursos de 26 tonos/52 tonos en el ancho de banda de PPDU de 80 MHz, tal como se muestra en la figura 17(b). De acuerdo con un esquema de configuración de unidades de recursos mostrado en la figura 17(c), una unidad de recursos se puede componer de 106 tonos o 26 tonos. En este caso, 16 tonos restantes pueden estar junto a unidades de recursos de 26 tonos/106 tonos en el ancho de banda de PPDU de 80 MHz, tal como se muestra en la figura 17(c). De acuerdo con un esquema de configuración de unidades de recursos mostrado en la figura 17(d), una unidad de recursos se puede componer de 242 tonos o 26 tonos. De acuerdo con un esquema de configuración de unidades de recursos mostrado en la figura 17(e), una unidad de recursos se puede componer de 484 tonos o 26 tonos. De acuerdo con un esquema de configuración de unidades de recursos mostrado en la figura 17(f), una unidad de recursos se puede componer de 996 tonos.

Cuando una unidad de recursos está configurada tal como se muestra en la figura 17(a), hasta 37 STA pueden estar soportadas para transmisión OFDMA DL/UL en la banda de 80 MHz. Asimismo, cuando una unidad de recursos está configurada tal como se muestra en la figura 17(b), hasta 21 STA pueden estar soportadas para transmisión OFDMA DL/UL en la banda de 80 MHz. Asimismo, cuando una unidad de recursos está configurada tal como se muestra en la figura 17(c), hasta 13 STA pueden estar soportadas para transmisión OFDMA DL/UL en la banda de 80 MHz. Asimismo, cuando una unidad de recursos está configurada tal como se muestra en la figura 17(d), hasta 5 STA pueden estar soportadas para transmisión OFDMA DL/UL en la banda de 80 MHz. Asimismo, cuando una unidad de recursos está configurada tal como se muestra en la figura 17(e), hasta 3 STA pueden estar soportadas para transmisión OFDMA DL/UL en la banda de 80 MHz. Asimismo, cuando una unidad de recursos está configurada tal como se muestra en la figura 28(f), una unidad de recursos correspondiente se puede asignar a una STA para transmisión DL/UL SU en la banda de 80 MHz.

En base al número de STA que participan en transmisión OFDMA DL/UL y/o a la cantidad de datos transmitidos o recibidos por una correspondiente STA, se puede aplicar cualquiera de los esquemas de configuración de unidades de recursos mostrados en las figuras 17(a) a 17(f) o se puede aplicar una combinación de los esquemas de configuración de unidades de recursos de las figuras 17(a) a 17(f).

- 5 Además, aunque no se muestra, se puede proponer asimismo un esquema de configuración de unidades de recursos en un caso en el que un ancho de banda de PPDU es de 160 MHz. En este caso, el ancho de banda de PPDU de 160 MHz puede tener una estructura en la que el mencionado ancho de banda de PPDU de 80 MHz se repite dos veces.

- 10 Entre todas las unidades de recursos determinadas de acuerdo con los mencionados esquemas de configuración de unidades de recursos, se pueden utilizar solamente algunas unidades de recursos para transmisión OFDMA DL/UL. Por ejemplo, en un caso en el que están configuradas unidades de recursos tal como se muestra en la figura 17(a) dentro de 20 MHz, una unidad de recursos se asigna a cada una de menos de 9 STA y las otras unidades de recursos pueden no asignarse a ninguna STA.

- 15 En el caso de transmisión OFDMA DL, un campo de datos de una PPDU es multiplexado en un dominio de frecuencia mediante la unidad de recursos asignada a cada STA, y transmitida.

- 20 Al mismo tiempo, en el caso de transmisión OFDMA UL, cada STA puede configurar un campo de datos de una PPDU mediante la unidad de recursos asignada a la misma, y simultáneamente transmitir la PPDU a un AP. De este modo, dado que cada STA transmite simultáneamente la PPDU, el AP, un receptor, puede reconocer que el campo de datos de la PPDU transmitida desde cada STA es multiplexado (o multiplexado en frecuencia) en el dominio de frecuencia, y transmitido.

Asimismo, en un caso en el que están soportadas tanto transmisión OFDMA DL/UL como transmisión MU-MIMO DL/UL, una unidad de recursos puede incluir una serie de flujos en un dominio espacial. Asimismo, uno o más flujos pueden ser asignados como recurso espacial de DL/UL a una STA y, por lo tanto, diferentes flujos pueden ser asignados a una serie de STA.

- 25 Por ejemplo, una unidad de recursos compuesta de 106 tonos en la figura 17(c) incluye una serie de flujos en el dominio espacial, para soportar tanto OFDMA DL/UL como MU-MIMO DL/UL.

Plan de tonos piloto

- 30 Tal como se ha descrito anteriormente, cuando un sistema 802.11ax utiliza un tamaño de FFT que es el cuádruplo (4x) del sistema WLAN heredado, es difícil aplicar el despliegue de pilotos del sistema 802.11ac. Por lo tanto, la presente invención propone un esquema eficiente de diseño de pilotos, adecuado para la numeración del sistema 802.11ax complementando y extendiendo el plan de tonos propuesto en los sistemas 802.11n y 802.11ac. Por consiguiente, después de la descripción de un plan de tonos piloto en sistemas heredados se describirá en detalle un plan de tonos piloto según una realización de la presente invención.

La figura 18 muestra un plan de tonos piloto de sistemas heredados.

- 35 * Sistema 802.11n

En el sistema 802.11n, 4 tonos piloto son introducidos en subportadoras y posicionados, respectivamente, en índices de {-21, -7, 7, 21} en el caso de transmisión de ancho de banda de 20 MHz. En el caso de transmisión de ancho de banda de 40 MHz, 6 tonos piloto son introducidos en subportadoras y, respectivamente, posicionados en índices de {-53, -25, -11, 11, 25, 53}.

- 40 En el sistema 802.11n, se utiliza un esquema de piloto de múltiples flujos (MSP, a multi-stream pilot). En este caso, el esquema MSP se refiere a un esquema de utilización de diferentes secuencias piloto en función del número de flujos. Por consiguiente, se pueden determinar valores de tonos piloto (o valores piloto) en base al número de flujos utilizados para transmisión de datos en el esquema MSP. El sistema 802.11n soporta hasta 4 flujos.

- 45 En transmisión de ancho de banda de 20 MHz, los tonos piloto pueden estar representados por una secuencia piloto expresada por la ecuación 1, y los valores piloto correspondientes a índices de {-21, -7, 7, 21} se pueden determinar tal como se muestra en la tabla de la figura 18(a). En la figura 18(a), NSTS indica el número de flujos, iSTS indica un

índice de flujo y $\psi_{k, \text{NSTS}}$ indica un valor piloto.

[Ecuación 1]

$$P_{(iSTS, n)}^{28,28} = \left\{ 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, \Psi_{iSTS, n \oplus 4}^{(N_{STS})}, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, \Psi_{iSTS, (n+1) \oplus 4}^{(N_{STS})}, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, \right. \\ \left. 0, 0, 0, 0, 0, 0, \Psi_{iSTS, (n+2) \oplus 4}^{(N_{STS})}, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, \Psi_{iSTS, (n+3) \oplus 4}^{(N_{STS})}, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0 \right\}$$

Por ejemplo, cuando se transmiten datos utilizando 2 flujos, los valores de 4 tonos piloto transmitidos a través de un primer flujo (iSTS=1) se pueden determinar como (1, 1, -1, -1) y los valores de 4 tonos piloto transmitidos a través de un segundo flujo (iSTS=2) se pueden determinar como (1, -1, -1, 1).

- 5 Además, en la transmisión de ancho de banda de 40 MHz, los tonos piloto se pueden representar mediante una secuencia piloto expresada por la ecuación 2 y los valores de tonos piloto correspondientes a índices de {-53, -25, -11, 11, 25, 53} se pueden determinar tal como se muestra en la tabla de la figura 18(b). En la figura 18(b), NSTS

indica el número de flujos, iSTS indica un índice de flujo y $\Psi_{iSTS}^{(N_{STS})}$ indica un valor piloto.

[Ecuación 2]

$$P_{(iSTS, n)}^{58,58} = \left\{ 0, 0, 0, 0, 0, 0, \Psi_{iSTS, n \oplus 6}^{(N_{STS})}, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, \right. \\ \left. 0, 0, \Psi_{iSTS, (n+1) \oplus 6}^{(N_{STS})}, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, \Psi_{iSTS, (n+2) \oplus 6}^{(N_{STS})}, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, \right. \\ \left. 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, \Psi_{iSTS, (n+3) \oplus 6}^{(N_{STS})}, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, \Psi_{iSTS, (n+4) \oplus 6}^{(N_{STS})}, 0, 0, 0, 0, 0, 0, \right. \\ \left. 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, \Psi_{iSTS, (n+5) \oplus 6}^{(N_{STS})}, 0, 0, 0, 0, 0, 0 \right\}$$

- 10 Por ejemplo, cuando se transmiten datos utilizando 3 flujos, los valores de 6 tonos piloto transmitidos a través de un primer flujo (iSTS=1) se pueden determinar como (1, 1, -1, -1, -1, -1), los valores de 6 tonos piloto transmitidos a través de un segundo flujo (iSTS=2) se pueden determinar como (1, 1, 1, -1, 1, 1) y los valores de 6 tonos piloto transmitidos a través de un tercer flujo (iSTS=3) se pueden determinar como (1, -1, 1, -1, -1, 1).

* Sistema 802.11ac

- 15 En el sistema 802.11ac, se pueden insertar 4 tonos piloto en subportadoras, y posicionarse respectivamente en índices de {-21, -7, 7, 21} en el caso de transmisión de ancho de banda de 20 MHz. En el caso de transmisión de ancho de banda de 40 MHz, 6 tonos piloto pueden ser insertados en subportadoras y, respectivamente, posicionados en índices de {-53, -25, -11, 11, 25, 53}. En el caso de transmisión de ancho de banda de 80 MHz, 8 tonos piloto se pueden insertar en subportadoras y posicionarse respectivamente en índices de {-103, -75, -39, -11, 11, 39, 75, 103}. En el caso de transmisión de ancho de banda de 160 MHz, 16 tonos piloto pueden ser insertados en subportadoras y posicionados respectivamente en índices de {-231, -203, -167, -139, -117, -89, -53, -25, 25, 53, 89, 117, 139, 167, 203, 231}.

- 25 El sistema 802.11ac utiliza un esquema de piloto de flujo único (SSP, single stream pilot). En este caso, el esquema SSP se refiere a un esquema de utilización de una secuencia piloto fija por flujo, independientemente del número de flujos. Por ejemplo, cada valor de tono piloto Ψ se puede determinar independientemente del número de flujos, tal como se muestra en la tabla de la figura 18(c).

- 30 En el caso de transmisión de ancho de banda de 20 MHz, se pueden aplicar valores piloto de Ψ_0 a Ψ_3 . Por consiguiente, 4 tonos piloto posicionados en índices de {-21, -7, 7, 21} pueden tener secuencialmente valores de (1, 1, 1, -1) en el caso de transmisión de ancho de banda de 20 MHz. En el caso de transmisión de ancho de banda de 40 MHz, se pueden aplicar valores piloto de Ψ_0 a Ψ_5 . Por consiguiente, 6 tonos piloto posicionados en índices de {-53, -25, -11, 11, 25, 53} pueden tener secuencialmente valores de (1, 1, 1, -1, -1, 1) en el caso de transmisión de ancho de banda de 40 MHz. En el caso de transmisión de ancho de banda de 80 MHz, se pueden aplicar valores piloto de Ψ_0 a Ψ_7 . Por consiguiente, 8 tonos piloto posicionados en índices de {-103, -75, -39, -11, 11, 39, 75, 103}

pueden tener secuencialmente valores de (1, 1, 1, -1, -1, 1, 1, 1) en el caso de transmisión de ancho de banda de 80 MHz.

En el caso de transmisión de ancho de banda de 160 MHz, los valores piloto en la transmisión de ancho de banda de 80 MHz pueden duplicarse y aplicarse. Por consiguiente, 16 tonos piloto posicionados en índices de {-231, -203, -167, -139, -117, -89, -53, -25, 25, 53, 89, 117, 139, 167, 203, 231} pueden tener secuencialmente valores de (1, 1, 1, -1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, -1, -1, 1, 1, 1) en el caso de transmisión de ancho de banda de 160 MHz.

Se han descrito planes de tonos piloto en sistemas heredados. Se propone un nuevo plan de tonos piloto aplicable a nuevos sistemas, en base a la descripción anterior. En particular, se describirán en detalle el número, las posiciones (o índices) y los valores (o coeficientes) de tonos piloto aplicables al sistema 802.11ax, como planes de tonos piloto. Los planes de tonos piloto se pueden dividir en i) un plan de tonos piloto en un esquema no OFDMA (o MIMO) y ii) un plan de tonos piloto en un esquema OFDMA.

A. Transmisión no OFDMA (o transmisión MIMO)

El plan de tonos piloto en transmisión no OFDMA puede incluir un esquema de diseño que utiliza un plan de tonos de un sistema heredado y un esquema de diseño que no utiliza un plan de tonos de un sistema heredado. En lo que sigue, estos dos esquemas se describirán por ancho de banda, en detalle.

1. 20 MHz: 256 FFT

Se supone que 256 subportadoras (o tonos) de 20 MHz tienen secuencialmente índices de -128 a +127.

(1) Primera realización - realización 1 utilizando plan de tonos piloto de sistema heredado

- El número de tonos piloto

En la presente realización, el número de tonos piloto es 8. Cuando el número de tonos que se pueden utilizar en 20 MHz es de 242 (cuando el número de tonos de guarda izquierdos es 6, el número de tonos de guarda derechos es 5 y el número de tonos de CC es 3), el número de tonos de datos es de 234 (= 242-8) si se utilizan 8 tonos piloto y, por lo tanto, se puede utilizar un dispositivo de entrelazado de sistema heredado. Por consiguiente, la utilización de 8 pilotos en 20 MHz puede ser ventajosa para la implementación si no hay un deterioro destacable del rendimiento.

- Índice de tono piloto (o posición de tono piloto)

Si el número de tonos de guarda y el número de tonos de CC del sistema 802.11ax son idénticos a los de un sistema heredado (sistema 802.11ac), las posiciones de tonos piloto en transmisión de ancho de banda de 80 MHz del sistema heredado (802.11ac) se pueden reutilizar como posiciones de tonos piloto en el sistema 802.11ax. Por consiguiente, en este caso se pueden posicionar 8 tonos piloto en índices de $\{\pm 11, \pm 39, \pm 75, \pm 103\}$.

HE-LTF se puede transmitir con un tamaño de FFT de 4x (HE-LTF 4x). Además, HE-LTF se puede transmitir con un tamaño de FFT de 2x en el que se cargan datos a intervalos de 2 tonos (o 1 tono para 2 tonos) a partir de subportadoras a las que se mapea HE-LTF 4x, y no se cargan datos (o tienen el valor de "0") en los tonos restantes, para reducir el tiempo de símbolos. En este caso, HE-LTF se puede transmitir como 2 HE-LTF en los que los datos se cargan solamente una vez en tonos de número par (o en tonos posicionados en índices par) de entre tonos de HE-LTF 4x es y no se cargan datos en tonos de número impar (o tonos posicionados en índices pares). Por consiguiente, en este caso es necesario introducir tonos piloto en tonos de número par (tonos que tienen índices pares) de entre subportadoras a las que se mapea HE-LTF 4x. Se pueden obtener índices pares añadiendo 1 a los índices mencionados anteriormente, o restando 1 de los mismos, y los índices pares obtenidos se pueden utilizar como índices de tonos piloto. Por ejemplo, ± 12 se obtiene añadiendo 1 a ± 11 y ± 10 se obtiene restando 1 de ± 11 . Dicha corrección a un índice par se puede aplicar igualmente a todas las realizaciones en las que los índices son números impares, aunque no se proporcione la descripción redundante.

- Valor de tono piloto (valor piloto)

En la presente realización, un valor de tono piloto se puede determinar de acuerdo con el esquema MSP. Por consiguiente, un valor de tono piloto se puede determinar dependiendo del número de flujos.

Las figuras 19 a 22 son tablas que muestran valores de tonos piloto en función del número de flujos, de acuerdo con una realización de la presente invención. Particularmente, la figura 19 muestra un caso en el que NSTS es 1, 2 y 3, la figura 20 muestra un caso en el que NSTS es 4 y 5, la figura 21 muestra un caso en el que NSTS es 6 y 7, y la figura 22 muestra un caso en el que NSTS es 8.

* Cuando NSTS es 1 (NSTS=1)

Cuando NSTS es 1, los valores (figura 18(c)) de los tonos piloto de 80 MHz del sistema 802.11ac se pueden utilizar y, por lo tanto, los valores piloto de la presente realización se pueden definir tal como se muestra en la tabla de la figura 19(a). En la figura 19(a), NSTS indica número de flujos, iSTS indica un índice de flujo y $\psi^{NSTS, iSTS}$ indica un valor de un tono piloto en una posición J-ésima entre 8 tonos piloto en un flujo que tiene iSTS.

Los valores piloto de la figura 18(c) y la figura 19(a) se determinan aplicando simetría especular a valores piloto cuando NSTS=1 y iSTS=1 en el ancho de banda de 20 MHz de sistema 802.11n. De este modo, los valores piloto del ancho de banda de 20 MHz del sistema 802.11n se pueden reutilizar, tal como se representa mediante la ecuación 3.

[Ecuación 3]

$$\Psi_{NSTS, \theta_{iSTS, j}}^{NSTS, \theta_{iSTS, j}} = \Psi_{NSTS, 11n_{iSTS, j}}^{NSTS, 11n_{iSTS, j}} (\text{cuando } j = 0, 1, 2, 3)$$

$$\Psi_{NSTS, \theta_{iSTS, j}}^{NSTS, \theta_{iSTS, j}} = \Psi_{NSTS, \theta_{iSTS, 7-j}}^{NSTS, \theta_{iSTS, 7-j}} (\text{cuando } j = 4, 5, 6, 7)$$

En este caso, $\Psi_{NSTS, 11n_{iSTS, j}}^{NSTS, 11n_{iSTS, j}}$ indica un valor de un tono piloto en una posición j-ésima de entre 8 tonos piloto de un flujo que tiene iSTS en el sistema 802.11n.

Cuando un esquema heredado en el que se han verificado varios aspectos, tales como PAPR (Peak-to-Average Power Ratio, relación de potencia pico/promedio) se utiliza para diseño de pilotos, el rendimiento de pilotos se puede garantizar sin verificación adicional, y la carga de generación de nuevas secuencias piloto se puede reducir en términos de implementación de hardware. Cuando NSTS es de 2 a 8, se pueden reutilizar los valores piloto del sistema 802.11n y la descripción anterior puede aplicar igualmente a este caso.

* Cuando NSTS es 2 (NSTS=2)

Cuando NSTS es 2, los valores piloto se pueden determinar, tal como se muestra en la figura 19(b), aplicando simetría especular a valores piloto cuando NSTS = 2 en el ancho de banda de 20 MHz del sistema 802.11n.

* Cuando NSTS es 3 (NSTS=3)

Cuando NSTS es 3, los valores piloto se pueden determinar, tal como se muestra en la figura 19(c), aplicando simetría especular a valores piloto cuando NSTS = 3 en el ancho de banda de 20 MHz del sistema 802.11n.

* Cuando NSTS es 4 (NSTS=4)

Cuando NSTS es 4, los valores piloto se pueden determinar, tal como se muestra en la figura 20(a), aplicando simetría especular a valores piloto cuando NSTS = 4 en el ancho de banda de 20 MHz del sistema 802.11n.

* Cuando NSTS es de 5 a 8 (NSTS=5 a 8)

Es difícil reutilizar valores piloto del sistema 802.11n cuando NSTS es de 5 a 8, debido a que el sistema 802.11n soporta hasta 4 flujos. Por consiguiente, se pueden obtener valores piloto que tienen ortogonalidad mantenida por flujo, aplicando la propiedad de matriz de Hadamard así como simetría especular a valores piloto cuando NSTS = 4 en el ancho de banda de 20 MHz del sistema 802.11n, y aplicar a casos en los que NSTS=5 a 8. La propiedad de la matriz de Hadamard es que si H1 y H2 son matrices de Hadamard, [H1, H2; H1, -H2] son asimismo matrices de Hadamard. En este caso, H1 es [1, 1, 1, -1; 1, 1, -1, 1; 1, -1, 1, 1; -1, 1, 1, 1] y H2 es [-1, 1, 1, 1; 1, -1, 1, 1; 1, 1, -1, 1; 1, 1, 1, -1]. Los valores piloto generados utilizando las propiedades mencionadas anteriormente se muestran en las figuras 20(b), 21 y 22.

Además de la matriz de Hadamard anterior, pueden existir las diversas matrices de Hadamard siguientes, y los valores piloto cuando NSTS es de 5 a 8 se pueden generar utilizando dichas matrices de Hadamard.

[H1, H1; H1, -H1], [H2, H2; H2, -H2], [H2, H1; H2, -H1], [H1, -H2; H1, H2], [H1, -H1; H1, H1], [H2, -H2; H2, H2], [H2, -H1; H2, H1], [H1, H2; -H1, H2], [H1, H1; -H1, H1], [H2, H2; -H2, H2], [H1, H1; H1, -H1], [H2, H1; -H2, H1], [-H1, H2; H1, H2], [-H1, H1; H1, H1], [-H2, H2; H2, H2], [-H2, H1; H2, H1], [H1, H2; H1, -H2], [H1, H2; -H1, H2]

En este caso, la utilización de valores piloto generados utilizando la matriz de Hadamard de [H1, H2; H1, -H2] o [H1, H2; -H1, H2] corresponden a la reutilización de valores de tonos piloto en el ancho de banda de 80 MHz del sistema 802.11ac.

Cuando se utilizan valores piloto cuya ortogonalidad se mantiene por flujo, la diversidad de transporte se puede mejorar y se pueden reducir efectos no deseados de formación de haces.

(2) Segunda realización - realización 2 utilizando plan de tonos piloto de sistema heredado

- El número/índices de tonos piloto

En la presente realización, el número e índices de tonos piloto conforman el esquema propuesto en la primera realización.

- Valor de tono piloto (valor piloto)

Se propone un esquema SSP unificado que extiende valores piloto cuando NSTS = 8 en la primera realización, a valores piloto cuando NSTS = 1 a 7, d y utiliza los valores piloto como valores de tonos piloto. De acuerdo con este esquema SSP, los tonos piloto de cada flujo pueden tener valores piloto fijos independientemente del número de flujos. Por ejemplo, cuando se utilizan los valores piloto mostrados en la figura 22, los tonos piloto del primer flujo (iSTS=1) pueden tener una secuencia piloto fija de (1, 1, 1, -1, -1, 1, 1, 1) independientemente del número de flujos.

Cuando se utilizan de este modo valores piloto unificados, se simplifica la configuración del sistema y se reduce la carga de implementación de hardware.

(3) Tercera realización - realización de decisión de valores piloto a través de emparejamiento de secuencias piloto

- El número/índices de tonos piloto

En la presente realización, el número y los índices de tonos piloto conforman el esquema propuesto en la primera realización.

-Valores de tonos piloto (valores piloto)

La figura 23 es una tabla que muestra grupos secuenciales para generar valores piloto, de acuerdo con una realización de la presente invención. En la figura 23, se mantiene la ortogonalidad entre secuencias de grupos A a C. Además, la secuencia del grupo B y la secuencia del grupo C tienen signos opuestos en el mismo índice.

8 secuencias que tienen una longitud de 8 se pueden generar mapeando una a una la secuencia del grupo A a la secuencia del grupo B y mapeando una a una la secuencia del grupo A a la secuencia del grupo C. Durante el mapeo, las secuencias que tienen el mismo índice son mapeadas y se mantienen ortogonalmente entre las 8 secuencias generadas. Las 8 secuencias generadas de este modo se pueden aplicar como secuencias piloto fijas de un flujo que tiene un índice específico (iSTS), de acuerdo con el esquema SSP. En este caso, los índices de flujo (iSTS=1 a 8) se pueden asignar aleatoriamente a las 8 secuencias piloto..

(4) Cuarta realización - realización de utilización de algunas posiciones piloto

- Número de tonos piloto

En la presente realización, el número de tonos piloto es 4.

- Índice de tono piloto (posición de tono piloto)

En la presente realización, se seleccionan 4 índices de tonos piloto a partir de los índices de tonos piloto $\{\pm 11, \pm 39, \pm 75, \pm 103\}$ propuestos en la primera a tercera realizaciones, y se utilizan.

Como una realización, se pueden seleccionar índices de tonos piloto a partir de los índices propuestos en la primera a tercera realizaciones, a intervalos de dos desde el primer índice. En este caso, los índices de tonos piloto pueden ser $\{-103, -39, +11, +75\}$.

Como otra realización, se pueden seleccionar índices de tonos piloto a partir de los índices propuestos en la primera a tercera realizaciones, a intervalos de dos desde el segundo índice. En este caso, los índices de tonos piloto pueden ser $\{-75, -11, +39, +103\}$.

Como otra realización, se pueden seleccionar índices de tonos piloto, de tal modo que los índices negativos y los índices positivos sean simétricos en la primera a tercera realizaciones. Por consiguiente, los índices de tonos piloto pueden ser $\{\pm 11, \pm 39\}$, $\{\pm 11, \pm 75\}$, $\{\pm 11, \pm 103\}$, $\{\pm 39, \pm 75\}$, $\{\pm 39, \pm 103\}$ o $\{\pm 75, \pm 103\}$.

- Valor de tono piloto (valor piloto)

Los valores de tonos piloto son conformes a un esquema propuesto en la vigésimo octava, vigésimo novena o trigésima realizaciones que se describen a continuación. Esto se describirá en detalle a continuación.

(5) Quinta realización - realización de aplicación de plan de tonos piloto de sistema 802.11ac

- Número de tonos piloto

En la presente realización, el número de tonos piloto es 4.

- Índice de tono piloto (o posición de tono piloto)

En la presente realización, se pueden obtener índices de tonos piloto aumentando en 4x la escala de índices de tonos piloto del ancho de banda de 20 MHz en el sistema 802.11ac. En este caso, los índices pilotos de escala aumentada pueden ser $\{\pm 28, \pm 84\}$.

- Valor de tono piloto (valor piloto)

Los valores de tonos piloto son conformes al esquema propuesto en la vigésimo octava, vigésimo novena o trigésima realizaciones que se describen a continuación. Esto se describirá en detalle a continuación.

(6) Sexta realización - realización de decisión del número de tonos piloto en función del número de flujos

5 Cuando el número de tonos piloto se reduce, el número de tonos de datos (tonos que llevan datos) aumenta y, por lo tanto, se puede transmitir una mayor cantidad de datos. Sin embargo, no se pueden generar tantas secuencias ortogonales como el número de tonos piloto reducido. Por consiguiente, se propone un esquema de aplicación del número de tonos piloto en función de un número total de flujos, para aumentar la cantidad de datos transmitidos, como sigue.

10 El esquema propuesto en la quinta realización se utiliza cuando el número total de flujos es menor que 4, y se utiliza uno de los esquemas propuestos en la primera a cuarta realizaciones cuando el número total de flujos es de 4 a 8.

(7) Séptima realización - realización de utilización de la misma secuencia piloto independientemente del número de flujos

La presente realización propone un plan de tonos piloto que aplica una secuencia piloto fija independientemente del número de flujos, como en el esquema SSP del sistema 802.11ac.

15 Por consiguiente, cuando el número de tonos piloto es de 8, los índices (o posiciones) y valores de tonos piloto se pueden conformar al esquema propuesto la primera realización cuando NSTS = 1. Cuando el número de tonos piloto es 4, los índices (o posiciones) de tonos piloto se pueden conformar al esquema propuesto en la quinta realización y los valores de tonos piloto se pueden conformar al esquema propuesto en la realización vigésimo octava, que se describirá a continuación.

20 Este plan de tonos piloto se propone debido a que la sobrecarga por utilizar una serie de secuencias piloto ortogonales en una situación MIMO en la que se transmiten y reciben datos utilizando múltiples flujos, es grande en comparación con el rendimiento obtenido utilizando las secuencias piloto ortogonales. Por consiguiente, se puede reducir la sobrecarga introduciendo el esquema SSP que aplica una secuencia piloto fija independientemente del número de flujos.

25 2. 40 MHz: 512 FFT

Se supone que 512 subportadoras (o tonos) del ancho de banda de 40 MHz tienen secuencialmente índices de -256 a +255.

(1) Octava realización - realización extendida de la primera a tercera realizaciones

- Número de tonos piloto

30 En la presente realización, el número de tonos piloto es 16. El número de tonos que se pueden utilizar en el ancho de banda de 40 MHz es de 484, 484 tonos se pueden dividir en 2 grupos de tonos que tienen, cada uno, 242 (el número de tonos que se pueden utilizar en el ancho de banda de 20 MHz) tonos. En este caso, cuando se utilizan 16 tonos como tonos piloto en cada grupo de tonos, se pueden utilizar 234 (=242-16) tonos de datos, y por lo tanto se puede utilizar un dispositivo de entrelazado de un sistema heredado. Por consiguiente, la utilización de 16 pilotos en
35 40 MHz puede ser ventajosa para la implementación si no hay un deterioro destacable del rendimiento.

- Índice de tono piloto (o posición de tono piloto)

40 En el sistema 802.11ac, el plan de tonos piloto del ancho de banda 160 MHz está diseñado duplicando el plan de tonos piloto del ancho de banda de 80 MHz. De manera similar, la presente realización puede decidir índices de tonos piloto del ancho de banda de 40 MHz duplicando índices de tonos piloto (índices de tonos piloto propuestos en la primera a tercera realizaciones) del ancho de banda de 20 MHz. Por consiguiente, los índices de tonos piloto se pueden determinar como $\{\pm 25, \pm 53, \pm 89, \pm 117, \pm 139, \pm 167, \pm 203, \pm 231\}$ en la presente realización.

45 De este modo, el esquema de duplicación de un plan de tonos de un ancho de banda específico y utilización del plan de tonos duplicado, puede almacenar solamente un plan de tonos con respecto a un ancho de banda específico, duplicar el plan de tonos y utilizar el plan de tonos duplicado, sin almacenar un plan de tonos piloto por cada ancho de banda, simplificando la configuración del sistema.

- Valor de tono piloto (valor piloto)

50 Se pueden diseñar valores de tonos piloto del ancho de banda de 40 MHz asimismo duplicando valores de tonos piloto del ancho de banda de 20 MHz. Es decir, una secuencia piloto en el ancho de banda de 40 MHz (o una secuencia de 16 tonos piloto dispuestos en el ancho de banda de 40 MHz) se puede determinar como una secuencia obtenida repitiendo dos veces una secuencia piloto en el ancho de banda de 20 MHz (o una secuencia de 8 tonos piloto dispuestos en el ancho de banda de 20 MHz). Esto se puede representar mediante la siguiente ecuación 4.

[Ecuación 4]

$$\psi^{NSTS,16}_{iSTS,j} = \psi^{NSTS,8}_{iSTS,\text{mod}(j,8)}$$

En este caso, NSTS indica el número de flujos, iSTS indica un índice de flujo, $\psi^{NSTS,16}_{iSTS,j}$ indica un valor de un tono piloto en una posición j-ésima de entre 16 tonos piloto incluidos en el ancho de banda de 40 MHz en un flujo que tiene iSTS, y $\psi^{NSTS,8}_{iSTS,\text{mod}(j,8)}$ denota un valor de un tono piloto en una posición mod(j,8)-ésima de entre 8 tonos piloto incluidos en el ancho de banda de 20 MHz en un flujo que tiene iSTS.

(9) Novena realización - realización extendida de la cuarta y quinta realizaciones

- Número de tonos piloto

En la presente realización, el número de tonos piloto es 8. En sistemas heredados, el número de tonos piloto utilizados en el ancho de banda de 40 MHz es menor que el número de tonos piloto del ancho de banda de 80 MHz y mayor que el número de tonos piloto del ancho de banda de 20 MHz. Basándose en esto, puede ser deseable utilizar 8 tonos piloto o menos en el ancho de banda de 40 MHz si se utilizan 8 tonos piloto en el ancho de banda de 80 MHz, para mejorar la tasa de transferencia efectiva de pico. Además, si hay que utilizar 8 tonos piloto en el ancho de banda de 20 MHz para reutilizar un dispositivo heredado de entrelazado, puede ser deseable utilizar 8 tonos piloto o más en el ancho de banda de 40 MHz. Por consiguiente, la presente realización propone la utilización de 8 tonos piloto en el ancho de banda de 40 MHz para satisfacer las dos condiciones.

- Índice de tono piloto (o posición de tono piloto)

En la presente realización, se obtienen índices de tonos piloto duplicando índices de tonos piloto propuestos en la cuarta y quinta realizaciones.

Los índices de tonos piloto generados duplicando los índices de tonos piloto $\{\pm 11, \pm 39, \pm 75, \pm 103\}$ propuestos en la cuarta y quinta realizaciones son $\{(-103/-231,25), (-75/-203,53), (-39/-167,89), (-11/-139,117), (11/-117,139), (39/-89,167), (75/-53,203), (103/-25,231), (-84/-212,44), (-28/-156,100), (28/-100,156), (84/-44,212)\}$.

En este caso, los numerales a la izquierda de "/" indican índices de tonos piloto antes de la duplicación, es decir, índices de tonos piloto $\{\pm 11, \pm 39\}$, $\{\pm 11, \pm 75\}$, $\{\pm 11, \pm 103\}$, $\{\pm 39, \pm 75\}$, $\{\pm 39, \pm 103\}$, $\{\pm 75, \pm 103\}$, $\{\pm 28, \pm 84\}$ propuestos en la cuarta y quinta realizaciones, y los numerales a la derecha de "/" indican índices de tonos piloto después de la duplicación, es decir, índices de tonos piloto propuestos en la presente realización. Por consiguiente, si son duplicados y utilizados índices de tonos piloto $\{\pm 39, \pm 103\}$ propuestos en la cuarta realización, se pueden generar índices $\{\pm 25, \pm 89, \pm 167, \pm 231\}$ según el mencionado esquema de duplicación y se pueden posicionar tonos piloto en dichos índices.

En la cuarta y quinta realizaciones y en la presente realización, un índice de tono piloto se puede corregir a un índice par añadiendo 1 al mismo o restando 1 del mismo para la aplicación de HE-LTF 2x, tal como se ha descrito anteriormente. Por ejemplo, $\{\pm 39, \pm 103\}$ se puede corregir a $\{\pm 40, \pm 104\}$ ($=\{\pm(39+1), \pm(103+1)\}$). Asimismo, $\{\pm 40, \pm 104\}$ se puede duplicar y corregir a $\{\pm 26, \pm 90, \pm 168, \pm 232\}$ ($=\{\pm 26, \pm 90, \pm 168, \pm 232\}$). Dichas duplicación y corrección a un índice par se pueden aplicar igualmente a realizaciones en las que los índices son números impares aunque no se proporcione la descripción redundante.

- Valor de tono piloto (valor piloto)

En la presente realización, los valores piloto son conformes al esquema propuesto en la primera, segunda o tercera realizaciones.

(3) Décima realización - realización extendida de la primera a tercera realizaciones

- Número de tonos piloto

En la presente realización, el número de tonos piloto es 8.

- Índice de tono piloto (o posición de tono piloto)

En la presente realización, los índices de tonos piloto se obtienen aumentado 2x la escala de los índices de tonos piloto propuestos en la primera a tercera realizaciones. Los índices de tonos piloto de aumento de escala pueden ser $\{\pm 22, \pm 78, \pm 150, \pm 206\}$.

- Valor de tono piloto (valor piloto)

En la presente realización, los valores piloto son conformes al esquema propuesto en la primera, segunda o tercera realizaciones.

(4) Undécima realización - realización de utilización de solamente algunas posiciones piloto

- Número de tonos piloto

En la presente realización, el número de tonos piloto es 8.

- Índice de tono piloto (o posición de tono piloto)

- 5 En la presente realización, se seleccionan 8 índices de tonos piloto a partir de los índices de tonos piloto $\{\pm 25, \pm 53, \pm 89, \pm 117, \pm 139, \pm 167, \pm 203, \pm 231\}$ propuestos en la octava realización, y se utilizan.

Como una realización, los índices de tonos piloto se pueden seleccionar a partir de los índices propuestos a intervalos de dos desde el primer índice. En este caso, los índices de tonos piloto pueden ser $\{-231, -167, -117, -53, +25, +89, +139, +203\}$.

- 10 Como otra realización, los índices de tonos piloto se pueden seleccionar a partir de los índices propuestos a intervalos de dos desde el primer índice. En este caso, los índices de tonos piloto pueden ser $\{-203, -139, -89, -25, +53, +117, +167, +231\}$.

- 15 Como otra realización, se pueden seleccionar índices de tonos piloto tales que un índice negativo y un índice positivo sean simétricos. Por consiguiente, los índices de tonos piloto pueden ser $\{\pm 25, \pm 53, \pm 89, \pm 117\}, \{\pm 25, \pm 53, \pm 89, \pm 139\}, \{\pm 25, \pm 53, \pm 89, \pm 167\}, \{\pm 25, \pm 53, \pm 89, \pm 203\}, \{\pm 25, \pm 53, \pm 89, \pm 231\}, \{\pm 25, \pm 53, \pm 117, \pm 139\}, \{\pm 25, \pm 53, \pm 117, \pm 167\}, \{\pm 25, \pm 53, \pm 117, \pm 203\}, \{\pm 25, \pm 53, \pm 117, \pm 231\}, \{\pm 25, \pm 53, \pm 139, \pm 167\}, \{\pm 25, \pm 53, \pm 139, \pm 203\}, \{\pm 25, \pm 53, \pm 139, \pm 231\}, \{\pm 25, \pm 53, \pm 167, \pm 203\}, \{\pm 25, \pm 53, \pm 167, \pm 231\}, \{\pm 25, \pm 53, \pm 203, \pm 231\}, \{\pm 25, \pm 89, \pm 117, \pm 139\}, \{\pm 25, \pm 89, \pm 117, \pm 167\}, \{\pm 25, \pm 89, \pm 117, \pm 203\}, \{\pm 25, \pm 89, \pm 117, \pm 231\}, \{\pm 25, \pm 89, \pm 139, \pm 167\}, \{\pm 25, \pm 89, \pm 139, \pm 203\}, \{\pm 25, \pm 89, \pm 139, \pm 231\}, \{\pm 25, \pm 89, \pm 167, \pm 203\}, \{\pm 25, \pm 89, \pm 167, \pm 231\}, \{\pm 25, \pm 89, \pm 203, \pm 231\}, \{\pm 25, \pm 117, \pm 139, \pm 167\}, \{\pm 25, \pm 117, \pm 139, \pm 203\}, \{\pm 25, \pm 117, \pm 139, \pm 231\}, \{\pm 25, \pm 117, \pm 167, \pm 203\}, \{\pm 25, \pm 117, \pm 167, \pm 231\}, \{\pm 25, \pm 117, \pm 203, \pm 231\}, \{\pm 25, \pm 139, \pm 167, \pm 203\}, \{\pm 25, \pm 139, \pm 167, \pm 231\}, \{\pm 25, \pm 139, \pm 203, \pm 231\}, \{\pm 25, \pm 167, \pm 203, \pm 231\}, \{\pm 53, \pm 89, \pm 117, \pm 139\}, \{\pm 53, \pm 89, \pm 117, \pm 167\}, \{\pm 53, \pm 89, \pm 117, \pm 203\}, \{\pm 53, \pm 89, \pm 117, \pm 231\}, \{\pm 53, \pm 89, \pm 139, \pm 167\}, \{\pm 53, \pm 89, \pm 139, \pm 203\}, \{\pm 53, \pm 89, \pm 139, \pm 231\}, \{\pm 53, \pm 89, \pm 167, \pm 203\}, \{\pm 53, \pm 89, \pm 167, \pm 231\}, \{\pm 53, \pm 89, \pm 203, \pm 231\}, \{\pm 53, \pm 117, \pm 139, \pm 167\}, \{\pm 53, \pm 117, \pm 139, \pm 203\}, \{\pm 53, \pm 117, \pm 139, \pm 231\}, \{\pm 53, \pm 117, \pm 167, \pm 203\}, \{\pm 53, \pm 117, \pm 167, \pm 231\}, \{\pm 53, \pm 117, \pm 203, \pm 231\}, \{\pm 53, \pm 139, \pm 167, \pm 203\}, \{\pm 53, \pm 139, \pm 167, \pm 231\}, \{\pm 53, \pm 139, \pm 203, \pm 231\}, \{\pm 53, \pm 167, \pm 203, \pm 231\}, \{\pm 89, \pm 117, \pm 139, \pm 167\}, \{\pm 89, \pm 117, \pm 139, \pm 203\}, \{\pm 89, \pm 117, \pm 139, \pm 231\}, \{\pm 89, \pm 117, \pm 167, \pm 203\}, \{\pm 89, \pm 117, \pm 167, \pm 231\}, \{\pm 89, \pm 117, \pm 203, \pm 231\}, \{\pm 89, \pm 139, \pm 167, \pm 203\}, \{\pm 89, \pm 139, \pm 167, \pm 231\}, \{\pm 89, \pm 139, \pm 203, \pm 231\}, \{\pm 117, \pm 139, \pm 167, \pm 203\}, \{\pm 117, \pm 139, \pm 167, \pm 231\}, \{\pm 117, \pm 167, \pm 203, \pm 231\} o $\{\pm 139, \pm 167, \pm 203, \pm 231\}$.$

- 30 - Valor de tono piloto (valor piloto)

En la presente realización, los valores piloto son conformes al esquema propuesto en la primera, segunda o tercera realizaciones.

(5) Duodécima realización - realización que tiene el mismo número de tonos piloto que en el sistema 802.11ac

- Número de tonos piloto

- 35 En la presente realización, el número de tonos piloto es 6, tal como en el sistema 802.11ac.

- Índice de tono piloto (o posición de tono piloto)

En la presente realización, los índices de tonos piloto son $\{\pm 44, \pm 100, \pm 212\}$ que se obtienen aumentando 4x la escala de los índices de tonos piloto del ancho de banda de 40 MHz en el sistema 802.11ac de acuerdo con el tamaño de FFT de 512.

- 40 - Valor de tono piloto (valor piloto)

En la presente realización, los valores piloto conforman un esquema propuesto en la trigésimo segunda, trigésimo tercera o trigésimo cuarta realizaciones, que se describirán a continuación

(6) Decimotercera realización - realización de decisión del número de tonos piloto en función del número de flujos

- 45 Se propone un esquema de aplicación del número de tonos piloto en función de un número total de flujos para aumentar la cantidad de datos transmitidos. El esquema propuesto en la duodécima realización se utiliza cuando el número total de flujos es menor que 6, uno de los esquemas propuestos en las novena a undécima realizaciones se utiliza cuando el número total de flujos es de 6 a 8, y el esquema propuesto en la octava realización se utiliza cuando el número total de flujos es de 9 a 16

(7) Decimocuarta realización - realización de utilización de la misma secuencia piloto independientemente del número de flujos

La presente realización propone un plan de tonos piloto que aplica una secuencia piloto fija independientemente del número de flujos, como en el esquema SSP del sistema 802.11ac.

5 Por consiguiente, cuando el número de tonos piloto es 16, los índices de tonos piloto (o posiciones) pueden conformar el esquema propuesto en la octava realización y se pueden obtener valores de tonos piloto duplicando dos veces valores de tonos piloto propuestos cuando NSTS = 1 en la primera realización.

10 Cuando el número de tonos piloto es 8, los índices de tonos piloto se pueden conformar al esquema propuesto en la décima realización y los valores de tonos piloto se pueden conformar al esquema propuesto cuando NSTS = 1 en la primera realización.

Además, cuando el número de tonos piloto es 6, los índices de tonos piloto se pueden conformar al esquema propuesto en la duodécima realización y los valores de tonos piloto se pueden conformar a un esquema propuesto cuando NSTS = 1 en la trigésimo segunda realización, que se describirá a continuación.

15 Este plan de tonos piloto se propone debido a que la sobrecarga por utilizar una serie de secuencias piloto ortogonales en una situación MIMO en la que se transmiten y reciben datos utilizando múltiples flujos, es grande en comparación con el rendimiento obtenido utilizando las secuencias piloto ortogonales. Por consiguiente, se puede reducir la sobrecarga introduciendo el esquema SSP que aplica una secuencia piloto fija independientemente del número de flujos.

3. 80 MHz: 1024 FFT

20 Se supone que 1024 subportadoras (o tonos) del ancho de banda de 80 MHz tienen secuencialmente índices de -512 a +511.

(1) Decimoquinta realización - realización extendida de la primera, segunda, tercera u octava realización

- Número de tonos piloto

En la presente realización, el número de tonos piloto es 32.

25 - Índice de tono piloto (o posición de tono piloto)

En la presente realización, los índices de tonos piloto del ancho de banda de 80 MHz se pueden determinar duplicando cuatro veces los índices de tonos piloto del ancho de banda de 20 MHz (índices de tonos piloto propuestos en la primera a tercera realizaciones). Además, los índices de tonos piloto del ancho de banda de 80 MHz se pueden determinar duplicando dos veces los índices de tonos piloto del ancho de banda de 40 MHz (índices de tonos piloto propuestos en la octava realización). En este caso, los índices de tonos piloto determinados pueden ser {±25, ±53, ±89, ±117, ±139, ±167, ±203, ±231, ±281, ±309, ±345, ±373, ±395, ±423, ±459, ±487}.

30 De este modo, el esquema de duplicación de un plan de tonos de un ancho de banda específico y de utilización del plan de tonos duplicado, puede almacenar solamente un plan de tonos con respecto a un ancho de banda específico, duplicar el plan de tonos y utilizar el plan de tonos duplicado, sin almacenar un plan de tonos piloto por cada ancho de banda, simplificando la configuración del sistema.

- Valor de tono piloto (valor piloto)

35 Se pueden diseñar valores de tonos piloto del ancho de banda de 80 MHz asimismo duplicando valores de tonos piloto del ancho de banda de 20 MHz. Es decir, una secuencia piloto en el ancho de banda de 80 MHz (o una secuencia de 32 tonos piloto dispuestos en el ancho de banda de 80 MHz) se puede determinar como una secuencia obtenida repitiendo cuatro veces una secuencia piloto en el ancho de banda de 20 MHz (o una secuencia de 8 tonos piloto dispuestos en el ancho de banda de 20 MHz). Esto se puede representar mediante la siguiente ecuación 5.

[Ecuación 5]

$$\psi^{NSTS,32}_{iSTS,j} = \psi^{NSTS,8}_{iSTS,\text{mod}(j,8)}$$

45 En este caso, NSTS indica el número de flujos, iSTS indica un índice de flujo, $\psi^{NSTS,32}_{iSTS,j}$ indica un valor de un tono piloto en una posición j-ésima de entre 32 tonos piloto incluidos en el ancho de banda de 80 MHz en un flujo que tiene iSTS, y $\psi^{NSTS,8}_{iSTS,\text{mod}(j,8)}$ denota un valor de un tono piloto en una posición mod(j,8)-ésima de entre 8 tonos piloto incluidos en el ancho de banda de 20 MHz en un flujo que tiene iSTS.

50 Además, los valores de tonos piloto del ancho de banda de 80 MHz se pueden diseñar duplicando los valores de tonos piloto del ancho de banda de 40 MHz. Es decir, una secuencia piloto en el ancho de banda de 80 MHz (o una secuencia de 32 tonos piloto dispuestos en el ancho de banda de 80 MHz) se puede determinar como una

secuencia obtenida repitiendo dos veces una secuencia piloto en el ancho de banda de 40 MHz (o una secuencia de 16 tonos piloto dispuestos en el ancho de banda de 40 MHz). Esto se puede representar mediante la siguiente ecuación 6.

[Ecuación 6]

$$\psi^{NSTS,32}_{iSTS,j} = \psi^{NSTS,16}_{iSTS,\text{mod}(j,16)}$$

- 5 En este caso, NSTS indica el número de flujos, iSTS indica un índice de flujo, $\psi^{NSTS,32}_{iSTS,j}$ indica un valor de un tono piloto en una posición j-ésima de entre 32 tonos piloto incluidos en el ancho de banda de 80 MHz en un flujo que tiene iSTS, y $\psi^{NSTS,16}_{iSTS,\text{mod}(j,16)}$ denota un valor de un tono piloto en una posición mod(j,16)-ésima de entre 16 tonos piloto incluidos en el ancho de banda de 40 MHz en un flujo que tiene iSTS.

(9) Decimosexta realización - realización extendida de la novena a undécima realizaciones

- 10 - Número de tonos piloto

En la presente realización, el número de tonos piloto es 16. Cuando el número de tonos piloto incluidos en el ancho de banda de 80 MHz es menor que el de los incluidos en el ancho de banda de 40 MHz, se puede producir un deterioro del rendimiento. Por consiguiente, es deseable utilizar 16 o más tonos piloto en el ancho de banda de 80 MHz si el número de tonos piloto del ancho de banda de 40 MHz está fijo en 16 y puede ser deseable utilizar 16 tonos piloto considerando la tasa de transferencia efectiva de pico.

- 15 - Índice de tono piloto (o posición de tono piloto)

En la presente realización, los índices de tonos piloto se obtienen duplicando índices de tonos piloto propuestos en la novena, décima o undécima realización. Los índices de tonos piloto duplicados pueden ser {-231/-487,25}, {-203/-459,53}, {-167/-423,89}, {-139/-395,117}, {-117/-373,139}, {-89/-345,167}, {-53/-309,203}, {-25/-281,231}, {25/-231,281}, {53/-203,309}, {89/-167,345}, {117/-139,373}, {139/-117,395}, {167/-89,423}, {203/-53,459}, {231/-25,487}, {-212/-468,44}, {-156/-412,100}, {-100/-356,156}, {-44/-300,212}, {44/-212,300}, {100/-156,356}, {156/-100,412}, {212/-44,468}, {-206/-462,50}, {-150/-406,106}, {-78/-334,178}, {-22/-278,234}, {22/-234,278}, {78/-178,334}, {150/-106,406}, o {206/-50,462}.

- 25 En este caso, los numerales a la izquierda de "/" indican índices de tonos piloto antes de la duplicación, es decir, índices de tonos piloto propuestos en la novena, décima o undécima realización, y los numerales a la derecha de "/" indican índices de tonos piloto después de la duplicación, es decir, índices de tonos piloto propuestos en la presente realización.

- Valor de tono piloto (valor piloto)

En la presente realización, los valores piloto se conforman al esquema propuesto en la octava realización.

- 30 (3) Decimoséptima realización - realización de aumento de escala de la octava realización.

- Número de tonos piloto

En la presente realización, el número de tonos piloto es 16.

- Índice de tono piloto (o posición de tono piloto)

- 35 En la presente realización, los índices de tonos piloto se obtienen aumentando en 2x la escala de índices de tonos piloto propuestos en la octava realización. Los índices de tonos piloto de escala aumentada pueden ser {±50, ±106, ±178, ±234, ±278, ±334, ±406, ±462}.

- Valor de tono piloto (valor piloto)

En la presente realización, los valores piloto se conforman al esquema propuesto en la octava realización.

(4) Decimoctava realización - realización de utilización de solamente algunas posiciones piloto

- 40 - Número de tonos piloto

En la presente realización, el número de tonos piloto es 16.

- Índice de tono piloto (o posición de tono piloto)

- 45 En la presente realización, se seleccionan 16 índices de tonos piloto a partir de los índices de tonos piloto {±25, ±53, ±89, ±117, ±139, ±167, ±203, ±231, ±281, ±309, ±345, ±373, ±395, ±423, ±459, ±487} propuestos en la decimoquinta realización, y se utilizan.

Como una realización, los índices de tonos piloto se pueden seleccionar a partir de los índices propuestos a intervalos de dos desde el primer índice. En este caso, los índices de tonos piloto pueden ser {-487, -423, -373, -309, -231, -167, -117, -53, +25, +89, +139, +203, +281, +345, +395, +459}.

5 Como otra realización, los índices de tonos piloto se pueden seleccionar a partir de los índices propuestos a intervalos de dos desde el primer índice. En este caso, los índices de tonos piloto pueden ser {-459, -395, -345, -281, -203, -139, -89, -25, +53, +117, +167, +231, +309, +373, +423, +487}.

Como otra realización, se pueden seleccionar índices de tonos piloto tales que un índice negativo y un índice positivo sean simétricos. Por consiguiente, los índices de tonos piloto pueden ser {±25, ±89, ±139, ±203, ±281, ±345, ±395, ±459}, o {±53, ±117, ±167, ±231, ±309, ±373, ±423, ±487}.

10 - Valor de tono piloto (valor piloto)

En la presente realización, los valores piloto se conforman al esquema propuesto en la octava realización.

(5) Decimonovena realización - realización relacionada con equidistancia y plan de tonos piloto simétrico

- Número de tonos piloto

En la presente realización, el número de tonos piloto es 16.

15 - Índice de tono piloto

En la presente realización, los índices de tonos piloto tienen una equidistancia, y los índices de posiciones de tonos piloto que satisfacen simetría pueden ser {±33, ±95, ±157, ±219, ±281, ±343, ±405, ±467}, {±34, ±96, ±158, ±220, ±282, ±344, ±406, ±468}, 또는 {±35, ±97, ±159, ±221, ±283, ±345, ±407, ±469}

20 Cuando se cumplen la equidistancia y la simetría entre tonos piloto, tal como en la presente realización, se mejora el rendimiento de CFO (Carrier Frequency Offset, desplazamiento de frecuencias portadoras).

- Valor de tono piloto (valor piloto)

Los valores de tonos piloto en la presente realización se pueden aplicar a realizaciones en la memoria de varios modos.

(6) Vigésima realización - realización que tiene el mismo número de tonos piloto que en el sistema 802.11ac

25 - Número de tonos piloto

En la presente realización, el número de tonos piloto es 8, tal como en el sistema 802.11ac.

- Índice de tono piloto (o posición de tono piloto)

30 En la presente realización, los índices de tonos piloto se obtienen aumentando en 4x la escala de los índices de tonos piloto del ancho de banda de 80 MHz del sistema 802.11ac, considerando un tamaño de FFT de 1024. Los índices de tonos piloto de escala aumentada 4x pueden ser {±44, ±156, ±300, ±412}.

Aumentar la escala en 4x y utilizar los índices piloto de un sistema heredado considerando el sistema 802.11ac y el sistema 802.11ax puede ser ventajoso para compatibilidad de sistemas e implementación de hardware.

- Valor de tono piloto (valor piloto)

35 En la presente realización, los valores piloto se conforman a un esquema propuesto en la primera, segunda o tercera realización.

(7) Vigésimo primera realización - realización de decisión del número de tonos piloto dependiendo del número de flujos

40 Se propone un esquema de aplicación del número de tonos piloto en función de un número total de flujos para aumentar la cantidad de datos transmitidos. El esquema propuesto en la decimonovena realización se utiliza cuando el número total de flujos es menor que 8, uno de los esquemas propuestos en la decimosexta a decimoctava realizaciones se utiliza cuando el número total de flujos es de 9 a 16, y los esquemas propuestos en la decimoquinta realización se utilizan cuando el número total de flujos es de 17 a 32.

(8) Vigésimo segunda realización - realización de utilización de la misma secuencia piloto independientemente del número de flujos

45 La presente realización propone un plan de tonos piloto que aplica una secuencia piloto fija independientemente del número de flujos, como en el esquema SSP del sistema 802.11ac.

Por consiguiente, cuando el número de tonos piloto es 32, los índices de tonos piloto (o posiciones) se pueden conformar al esquema propuesto en la decimoquinta realización y los valores de tonos piloto se pueden obtener duplicando dos veces los valores de tonos piloto (o la secuencia piloto) propuestos cuando el número de tonos piloto es 16 en la decimocuarta realización.

- 5 Cuando el número de tonos piloto es 16, los índices de tonos piloto se pueden conformar al esquema propuesto en la decimoséptima realización y los valores de tonos piloto se pueden conformar al esquema propuesto cuando el número de tonos piloto es 16 en la decimocuarta realización.

Además, cuando el número de tonos piloto es 8, los índices de tonos piloto se pueden conformar al esquema propuesto en la decimonovena realización y los valores de tonos piloto se pueden conformar al esquema propuesto cuando NSTS = 1 en la primera realización.

- 10

Este plan de tonos piloto se propone debido a que la sobrecarga por utilizar una serie de secuencias piloto ortogonales en una situación MIMO en la que se transmiten y reciben datos utilizando múltiples flujos es grande en comparación con el rendimiento obtenido utilizando las secuencias piloto ortogonales. Por consiguiente, se puede reducir la sobrecarga introduciendo el esquema SSP que aplica una secuencia piloto fija independientemente del número de flujos.

- 15

4. 160 MHz: 2048 FFT

Se supone que 1024 subportadoras (o tonos) del ancho de banda de 80 MHz tienen secuencialmente índices de -1024 a +1023.

- 20 (1) Vigésimo tercera realización - realización extendida de la decimoquinta a la decimoctava realizaciones o a la vigésima realización.

En la presente realización, los números/índices/valores de tonos piloto propuestos en la quinta a decimoctava realizaciones o la vigésima realización son duplicados dos veces y utilizados. A continuación, se describirán los índices de tonos piloto duplicados según las realizaciones. En lo que sigue, los numerales a la izquierda de "/" indican índices de tonos piloto antes de la duplicación y los numerales a la derecha de "/" indican índices de tonos piloto después de la duplicación, es decir, índices de tonos piloto propuestos en la presente realización.

- 25

* En el caso de la decimoquinta realización (64(=2*32) tonos piloto)

{-487:-999,25}, {-459:-971,53}, {-423:-935,89}, {-395:-907,117}, {-373:-885,139}, {-345:-857,167}, {-309:-821,203}, {-281:-793,231}, {-231:-743,281}, {-203:-715,309}, {-167:-679,345}, {-139:-651,373}, {-117:-629,395}, {-89:-601,420}, {-53:-565,459}, {-25:-537,487}, {25:-487,537}, {53:-459,565}, {89:-420,601}, {117:-395,629}, {139:-373,651}, {167:-345,679}, {203:-309,715}, {231:-281,743}, {281:-231,793}, {309:-203,821}, {345:-167,857}, {373:-139,885}, {395:-117,907}, {423:-89,935}, {459:-53,971}, {487:-25,999}

- 30

* En el caso de la decimosexta realización (32(=2*16) tonos piloto)

{-487:-999,25}, {-459:-971,53}, {-423:-935,89}, {-395:-907,117}, {-373:-885,139}, {-345:-857,167}, {-309:-821,203}, {-281:-793,231}, {-231:-743,281}, {-203:-715,309}, {-167:-679,345}, {-139:-651,373}, {-117:-629,395}, {-89:-601,420}, {-53:-565,459}, {-25:-537,487}, {25:-487,537}, {53:-459,565}, {89:-420,601}, {117:-395,629}, {139:-373,651}, {167:-345,679}, {203:-309,715}, {231:-281,743}, {281:-231,793}, {309:-203,821}, {345:-167,857}, {373:-139,885}, {395:-117,907}, {423:-89,935}, {459:-53,971}, {487:-25,999}, {-468:-980,44}, {-412:-924,100}, {-356:-868,156}, {-300:-812,212}, {-212:-724,300}, {-156:-668,356}, {-100:-612,412}, {-44:-556,468}, {44:-468,556}, {100:-412,612}, {156:-356,668}, {212:-300,724}, {300:-212,812}, {356:-156,868}, {412:-100,924}, {468:-44,980}, {-462:-974,50}, {-406:-918,106}, {-334:-846,178}, {-278:-790,234}, {-234:-746,278}, {-178:-690,334}, {-106:-618,406}, {-50:-562,462}, {50:-462,562}, {106:-406,618}, {178:-334,690}, {234:-278,746}, {278:-234,790}, {334:-178,846}, {406:-106,918}, {462:-50,974}

- 35
- 40

* En el caso de la decimoséptima realización (32(=2*16) tonos piloto)

{-462:-974,50}, {-406:-918,106}, {-334:-846,178}, {-278:-790,234}, {-234:-746,278}, {-178:-690,334}, {-106:-618,406}, {-50:-562,462}, {50:-462,562}, {106:-406,618}, {178:-334,690}, {234:-278,746}, {278:-234,790}, {334:-178,846}, {406:-106,918}, {462:-50,974}

- 45

* En el caso de la decimoctava realización (32(=2*16) tonos piloto)

{-487:-999,25}, {-459:-971,53}, {-423:-935,89}, {-395:-907,117}, {-373:-885,139}, {-345:-857,167}, {-309:-821,203}, {-281:-793,231}, {-231:-743,281}, {-203:-715,309}, {-167:-679,345}, {-139:-651,373}, {-117:-629,395}, {-89:-601,420}, {-53:-565,459}, {-25:-537,487}, {25:-487,537}, {53:-459,565}, {89:-420,601}, {117:-395,629}, {139:-373,651}, {167:-345,679}, {203:-309,715}, {231:-281,743}, {281:-231,793}, {309:-203,821}, {345:-167,857}, {373:-139,885}, {395:-117,907}, {423:-89,935}, {459:-53,971}, {487:-25,999}

- 50

* En el caso de la vigésima realización (16(=2*8) tonos piloto)

{-412:-924,100}, {-300:-812,212}, {-156:-668,356}, {-44:-556,468}, {44:-468,556}, {156:-356,668}, {300:-212,812}, {412:-100,924}

(2) Vigésimo cuarta realización - realización de decisión del número de tonos piloto dependiendo del número de flujos

- 5 Se propone un esquema de aplicación del número de tonos piloto en función de un número total de flujos, para aumentar la cantidad de datos transmitidos. La decimonovena realización se duplica y se utiliza cuando el número total de flujos es menor de 16, una de la decimosexta a la decimoctava realizaciones se duplica y se utiliza cuando el número total de flujos es de 17 a 32, y el esquema propuesto en la decimoquinta realización se utiliza cuando el número total de flujos es de 32 a 64.

- 10 (3) Vigésimo tercera realización - realización de utilización de la misma secuencia piloto independientemente del número de flujos

La presente realización propone un plan de tonos piloto que aplica una secuencia piloto fija independientemente del número de flujos, como en el esquema SSP del sistema 802.11ac. Por consiguiente, el número/índice/valor de tonos piloto propuesto en la vigésimo segunda realización se duplica dos veces y se utiliza en la presente realización.

- 15 Este plan de tonos piloto se propone debido a que la sobrecarga por utilizar una serie de secuencias piloto ortogonales en una situación MIMO en la que se transmiten y reciben datos utilizando múltiples flujos es grande en comparación con el rendimiento obtenido utilizando las secuencias piloto ortogonales. Por consiguiente, se puede reducir la sobrecarga introduciendo el esquema SSP que aplica una secuencia piloto fija independientemente del número de flujos.
- 20 Se han descrito planes de tonos piloto aplicables a una transmisión no OFDMA. Las realizaciones descritas anteriormente son aplicables a tonos piloto de partes HE-LTF y de datos HE en situaciones de transmisión DL/UL y SU/MU, y los tonos piloto mencionados anteriormente se pueden utilizar para fases de seguimiento y CFO de partes HE-LTF y de datos HE.

B. Transmisión OFDMA

- 25 En el esquema de transmisión OFDMA recién introducido en el sistema 802.11ax, las subportadoras se dividen en unidades de recursos en unidades de tonos predeterminados, tal como se ha descrito anteriormente haciendo referencia a las figuras 15 a 17. Se proporcionará una descripción detallada de un plan de tonos piloto por unidad de recursos.

1. Unidad de recursos de 26 tonos

- 30 Se supone que las subportadoras (o tonos) incluidas en una unidad de recursos de 26 tonos tienen secuencialmente índices de 0 a 25. La unidad de recursos de 26 tonos puede incluir 2 tonos piloto. En lo que sigue, se describirán en las realizaciones índices y valores de los 2 tonos piloto.

(1) Realización vigésimo sexta

- Índice de tono piloto (o posición de tono piloto)

- 35 Como una realización, cuando la unidad de recursos de 26 tonos está dividida en dos partes, los 2 tonos piloto se pueden posicionar respectivamente en los centros de las partes. Por consiguiente, en este caso los índices de los tonos piloto pueden ser {6, 19}.

Como otra realización, los 2 tonos piloto se pueden posicionar en índices que han sido corregidos considerando la separación de tonos piloto excluyendo tonos de CC y tonos de guarda en 32 FFT de 1 MHz en el sistema 802.11ah.

- 40 En este caso, los índices de los tonos piloto pueden ser {6, 19}.

Como otra realización, los 2 tono piloto pueden estar separados por una distancia entre tonos piloto incluidos en 32 FFT de 1 MHz en el sistema 802.11ah. Más específicamente, los tonos piloto están posicionados en índices de -7 y +7 en 32 FFT de 1 MHz en el sistema 802.11ah y, por lo tanto, los 2 tonos piloto están separados por 14. Por consiguiente, considerando dichas separación y simetría, los tonos piloto de la presente realización se pueden

- 45 determinar como {5, 19} o {6, 20}.

- Valor de tono piloto (valor piloto)

Las figuras 24 y 25 son tablas que muestran valores de tonos piloto en función del número de flujos, de acuerdo con una realización de la presente invención. En la presente realización, los valores de tonos piloto se pueden determinar de acuerdo con el esquema MSP, tal como se muestra en las tablas de las figuras 24 y 25.

- 50 Particularmente, los valores de tonos piloto se pueden determinar tal como se muestra en la tabla de la figura 24 (figura 24(a) o figura 24(b)) cuando NSTS es 1 y los valores de tonos piloto se pueden determinar tal como se muestra en la tabla de la figura 25 (figura 25(a), figura 25(b) o figura 25(c)) cuando NSTS es 2. En las tablas de las

figuras 24 y 25, i_{STS} denota un índice de flujo y $\psi^{NSTS,2}_{i_{STS},j}$ denota un valor de un tono piloto en una posición j -ésima de entre 2 tonos piloto en un flujo que tiene i_{STS} .

En la figura 25, i es 1 o 2, e i_c es 2 cuando $i = 1$ y 1 cuando $i = 2$. Aunque no se muestra en la figura 25, i_c puede ser $\{-1, -1\}$ además de $\{1, 1\}$ como secuencia. Aunque los valores de tonos piloto mostrados en las tablas de las figuras 25(a) y 25(b) tienen ortogonalidad para cada flujo, se puede generar un problema de PAPR cuando $i_{STS}=i_c$. Para resolver dicho problema de PAPR, se pueden proponer valores de tonos piloto que satisfacen no ortogonalidad por flujo, tal como se muestra en la figura 25(c).

(2) Realización vigésimo séptima

- Índice de tono piloto

En la presente realización, los índices de tonos piloto se conforman al esquema propuesto en la realización vigésimo sexta.

- Valor de tono piloto (valor piloto)

La presente realización propone un plan de tonos piloto que aplica una secuencia piloto fija independientemente del número de flujos, como en el esquema SSP del sistema 802.11ac. Por consiguiente, los valores de tonos piloto se pueden conformar al esquema propuesto cuando $NSTS=1$ en la realización vigésimo sexta.

Este plan de tonos piloto se propone debido a que la sobrecarga por utilizar una serie de secuencias piloto ortogonales en una situación MIMO en la que se transmiten y reciben datos utilizando múltiples flujos es grande en comparación con el rendimiento obtenido utilizando las secuencias piloto ortogonales. Por consiguiente, se puede reducir la sobrecarga introduciendo el esquema SSP que aplica una secuencia piloto fija independientemente del número de flujos.

2. Unidad de recursos de 52 tonos

Se supone que las subportadoras (o tonos) incluidas en una unidad de recursos de 52 tonos tienen secuencialmente índices de 0 a 51. La unidad de recursos de 52 tonos puede incluir 4 tonos piloto. En lo que sigue, se describirán en las realizaciones índices y valores de los 4 tonos piloto.

(1) Vigésimo octava realización

- Índice de tono piloto (o posición de tono piloto)

Como una realización, cuando la unidad de recursos de 52 tonos está dividida en cuatro partes, los 4 tonos piloto se pueden posicionar respectivamente en los centros de las partes. Por consiguiente, en este caso los índices de los tonos piloto pueden ser $\{6, 19, 32, 45\}$.

Como otra realización, los 4 tonos piloto se pueden posicionar en índices que han sido corregidos considerando la separación de tonos piloto excluyendo tonos de CC y tonos de guarda en el ancho de banda de 20 MHz del sistema 802.11n o 802.11ac. Por consiguiente, en este caso los índices de los tonos piloto pueden ser $\{5, 19, 32, 46\}$.

Como otra realización, los 4 tonos piloto se pueden separar en una distancia entre tonos piloto incluidos en el ancho de banda de 20 MHz de los sistemas 802.11n o 802.11ac. Más específicamente, dado que los tonos piloto están posicionados en índices de $-21, -7, +7$ y $+21$ en el ancho de banda de 20 MHz del sistema 802.11n o 802.11ac, los 4 tonos piloto están separados por 14. Por consiguiente, considerando dichas separación y simetría, los tonos piloto de la presente realización se pueden determinar como $\{7, 21, 35, 49\}$ o $\{6, 20, 34, 48\}$.

- Valor de tono piloto (valor piloto)

Las figuras 26 y 27 son tablas que muestran valores de tonos piloto en función del número de flujos, de acuerdo con una realización de la presente invención. Los valores piloto del ancho de banda de 20 MHz del sistema 802.11n, que se muestran en las figuras 26 y 27, se pueden reutilizar en la presente realización. En las figuras 26 y 27, $NSTS$ indica el número de flujos, i_{STS} denota un índice de flujo y $\psi^{NSTS,4}_{i_{STS},j}$ denota un valor de un tono piloto en una posición j -ésima de entre 4 tonos piloto en un flujo que tiene i_{STS} .

(2) Realización vigésimo novena

- Índice de tono piloto (o posición de tono piloto)

En la presente realización, los índices de tonos piloto se conforman al esquema propuesto en la realización vigésimo octava.

- Valor de tono piloto (valor piloto)

En la presente realización, se pueden determinar valores de tonos piloto utilizando valores piloto propuestos cuando $NSTS = 4$ en la realización vigésimo octava. Por consiguiente, los tonos piloto de un primer flujo ($i_{STS}=1$) pueden

tener una secuencia piloto de {1, 1, 1, -1}, los tonos piloto del segundo flujo (iSTS=2) pueden tener una secuencia piloto de {1, 1, -1, 1}, los tonos piloto del tercer flujo (iSTS=3) pueden tener una secuencia piloto de {1, -1, 1, 1} y los tonos piloto del cuarto flujo (iSTS=4) pueden tener una secuencia piloto de {-1, 1, 1, 1} en la presente realización.

(3) Trigésima realización

5 - Índice de tono piloto (o posición de tono piloto)

En la presente realización, los índices de tonos piloto se conforman al esquema propuesto en la realización vigésimo octava.

- Valor de tono piloto (valor piloto)

10 La figura 28 es una tabla que muestra grupos secuenciales para generar valores piloto, de acuerdo con una realización de la presente invención.

En la presente realización, los valores de tonos piloto se pueden determinar como una secuencia piloto generada combinando secuencias de grupos A y B mostradas en la figura 28. Por ejemplo, una secuencia piloto de {1, 1, -1, -1} o {-1, -1, 1, 1} se puede generar utilizando una secuencia con índice 1 del grupo A y una secuencia con índice 1 del grupo B. Una secuencia piloto generada de este modo se puede aplicar igualmente a tonos piloto transmitidos a través de flujos independientemente del número de flujos.

15

(4) Realización trigésimo primera

- Índice de tono piloto (o posición de tono piloto)

En la presente realización, los índices de tonos piloto se conforman al esquema propuesto en la realización vigésimo octava.

20 - Valor de tono piloto (valor piloto)

La presente realización propone un plan de tonos piloto que aplica una secuencia piloto fija independientemente del número de flujos, como en el esquema SSP del sistema 802.11ac. En este caso, los valores de tonos piloto se pueden conformar al esquema propuesto cuando NSTS=1 en la realización vigésimo octava.

25 Este plan de tonos piloto se propone debido a que la sobrecarga por utilizar una serie de secuencias piloto ortogonales en una situación MIMO en la que se transmiten y reciben datos utilizando múltiples flujos es grande en comparación con el rendimiento obtenido utilizando las secuencias piloto ortogonales. Por consiguiente, se puede reducir la sobrecarga introduciendo el esquema SSP que aplica una secuencia piloto fija independientemente del número de flujos.

3. Unidad de recursos de 106 tonos

30 Se supone que las subportadoras (o tonos) incluidas en una unidad de recursos de 106 tonos tienen secuencialmente índices de 0 a 105.

(1) Trigésimo segunda realización

- Número de tonos piloto

En la presente realización, el número de tonos piloto es 6.

35 - Índice de tono piloto (o posición de tono piloto)

Como una realización, cuando la unidad de recursos de 106 tonos está dividida en seis partes, 6 tonos piloto se pueden posicionar respectivamente en los centros de las partes. Si 2 tonos se pueden posicionar en el centro de una parte dividida debido a que la parte se compone de un número par de tonos, un tono piloto se puede disponer en uno de los 2 tonos.

40 Como otra realización, los 6 tonos piloto se pueden posicionar en índices corregidos excepto tonos de CC y tonos de guarda de entre índices de tonos piloto en el ancho de banda de 40 MHz del sistema 802.11n o 802.11ac. En este caso, los índices de los tonos piloto pueden ser {1, 29, 43, 62, 76, 104}.

- Valor de tono piloto (valor piloto)

45 Las figuras 29 y 30 son tablas que muestran valores de tonos piloto en función del número de flujos, de acuerdo con una realización de la presente invención. Los valores piloto del ancho de banda de 40 MHz del sistema 802.11n, que se muestran en las figuras 29 y 30, se pueden reutilizar en la presente realización. En las figuras 29 y 30, NSTS indica el número de flujos, iSTS denota un índice de flujo y $\psi^{NSTS,6}_{iSTS,j}$ denota un valor de un tono piloto en una posición j-ésima de entre 6 tonos piloto en un flujo que tiene iSTS.

(2) Trigésimo tercera realización

- Número/índice de tonos piloto

En la presente realización, los números e índices de tonos piloto se conforman al esquema propuesto en la trigésimo segunda realización.

5 - Valor de tono piloto (valor piloto)

En la presente realización, los valores de tonos piloto se pueden determinar extendiendo valores piloto propuestos cuando NSTS = 4 en la trigésimo segunda realización en los flujos primero a cuarto. Por consiguiente, los tonos piloto del primer flujo (iSTS=1) pueden tener una secuencia piloto de {1, 1, -1, -1, -1, -1}, los tonos piloto del segundo flujo (iSTS=2) pueden tener una secuencia piloto de {1, 1, 1, -1, 1, 1}, los tonos piloto del tercer flujo (iSTS=3) pueden tener una secuencia piloto de {1, -1, 1, -1, -1, 1}, y los tonos piloto del cuarto flujo (iSTS=4) pueden tener una secuencia piloto de {-1, 1, 1, 1, -1, 1} en la presente realización.

(3) Trigésimo cuarta realización

- Número/índice de tonos piloto

En la presente realización, los números e índices de tonos piloto se conforman al esquema propuesto en la trigésimo segunda realización.

- Valor de tono piloto (valor piloto)

La figura 31 es una tabla que muestra grupos secuenciales para generar valores piloto, de acuerdo con una realización de la presente invención.

En la presente realización, se pueden determinar valores de tonos piloto dependiendo de una secuencia piloto generada combinando secuencias de grupos A, B y C. Por ejemplo, una secuencia piloto de {1 1 -1 1 -1} se puede generar combinando una secuencia con índice 1 del grupo A, una secuencia con índice 2 del grupo B y una secuencia con índice 3 del grupo C. En este caso, una secuencia compuesta de solamente secuencias con índice 1 o 2 se excluye considerando un problema de PAPR. Es decir, {1 1 1 1 1} y {-1 -1 -1 -1 -1} no se utilizan como secuencias piloto en la presente realización.

Una secuencia piloto generada de este modo se puede aplicar igualmente a tonos piloto transmitidos a través de flujos, independientemente del número de flujos.

(4) Trigésimo quinta realización

- Índice de tono piloto (o posición de tono piloto)

En la presente realización, los índices de tonos piloto se conforman al esquema propuesto en la trigésimo segunda realización.

- Valor de tono piloto (valor piloto)

La presente realización puede proponer un plan de tonos piloto que aplica una secuencia piloto fija independientemente del número de flujos, como en el esquema SSP del sistema 802.11ac. En este caso, los valores de tonos piloto se pueden conformar al esquema propuesto cuando NSTS = 1 en la trigésimo segunda realización.

Este plan de tonos piloto se propone debido a que la sobrecarga por utilizar una serie de secuencias piloto ortogonales en una situación MIMO en la que se transmiten y reciben datos utilizando múltiples flujos es grande en comparación con el rendimiento obtenido utilizando las secuencias piloto ortogonales. Por consiguiente, se puede reducir la sobrecarga introduciendo el esquema SSP que aplica una secuencia piloto fija independientemente del número de flujos.

Cuando se utilizan 4 tonos piloto para una unidad de recursos de 106 tonos, existe una ventaja en que se puede reutilizar un dispositivo de entrelazado utilizado en el ancho de banda de 40 MHz de sistemas heredados. En adelante, se describirán realizaciones en las que una unidad de recursos de 106 tonos incluye 4 tonos piloto. Particularmente, se describirán a continuación realizaciones basadas en "índices (o posiciones) de tonos piloto". Los índices de tonos piloto se pueden determinar considerando una equidistancia y simetría entre tonos piloto y valores de tonos piloto conforme al esquema propuesto en la vigésimo octava, vigésimo novena o trigésima realizaciones. A continuación, se supone que una unidad de recursos de 106 tonos incluye 4 unidades de recursos de 26 tonos y 2 tonos restantes.

(5) Trigésimo sexta realización

Cuando los tonos restantes están posicionados en ambos lados de una unidad de recursos de 106 tonos, los índices de la unidad de recursos de 106 tonos se pueden dividir en 4 partes de i) 0 a 26 (27 tonos), ii) 27 a 52 (26 tonos), iii)

53 a 78 (26 tonos) y iv) 79 a 105 (27 tonos). En este caso, se pueden proponer índices piloto de {13, 39, 65, 92}, {13, 40, 66, 92}, {13, 39, 66, 92} o {13, 40, 65, 92}.

Además, cuando los índices están divididos en 4 partes que tienen, cada una, 26 tonos (i) 1 a 26 (26 tonos), ii) 27 a 52 (26 tonos), iii) 52 a 78 (26 tonos) y iv) 79 a 104 (26 tonos)) excepto los tonos posicionados en los índices 0 y 105 en ambos lados de la unidad de recursos de 106 tonos, se pueden proponer índices piloto de {13, 39, 65, 91} o {14, 40, 66, 92}.

(6) Realización trigésimo séptima

Cuando los tonos restantes están posicionados en el centro de una unidad de recursos de 106 tonos, los índices de la unidad de recursos de 106 tonos se pueden dividir en 4 partes de i) 0 a 25 (26 tonos), ii) 26 a 52 (27 tonos), iii) 53 a 79 (27 tonos) y iv) 80 a 105 (26 tonos). En este caso, se pueden proponer índices piloto de {12, 39, 66, 92}, {13, 39, 66, 93}, {12, 39, 66, 93} o {12, 39, 66, 92}.

Además, cuando los índices se dividen en 4 partes que tienen, cada una, 26 tonos (i) 0 a 25 (26 tonos), ii) 26 a 51 (26 tonos), iii) 54 a 79 (26 tonos) y iv) 80 a 105 (26 tonos)) excepto los tonos posicionados en los índices centrales 52 y 53 de la unidad de recursos de 106 tonos, se pueden proponer los índices piloto de {12, 38, 66, 92} o {13, 39, 67, 93}.

(7) Trigésimo octava realización

Cuando los tonos restantes están posicionados en el lado izquierdo de una unidad de recursos de 106 tonos, los índices de la unidad de recursos de 106 tonos se pueden dividir en 4 partes de i) 0 a 27 (28 tonos), ii) 28 a 53 (26 tonos), iii) 54 a 79 (26 tonos) y iv) 80 a 105 (26 tonos). En este caso, se pueden proponer índices piloto de {13, 40, 66, 92}, {14, 40, 66, 92}, {13, 41, 67, 93} o {14, 41, 67, 93}.

Además, cuando los índices se dividen en 4 partes que tienen, cada una, 26 tonos (i) 2 a 27 (26 tonos), ii) 28 a 53 (26 tonos), iii) 54 a 79 (26 tonos) y iv) 80 a 105 (26 tonos)) excepto los tonos posicionados en los índices 0 y 1 a la izquierda de la unidad de recursos de 106 tonos, se pueden proponer los índices piloto de {14, 40, 66, 92} o {15, 41, 67, 93}.

(8) Trigésimo novena realización

Cuando los tonos restantes están posicionados a la derecha de una unidad de recursos de 106 tonos, los índices de la unidad de recursos de 106 tonos se pueden dividir en 4 partes de i) 0 a 25 (26 tonos), ii) 26 a 51 (26 tonos), iii) 52 a 77 (26 tonos) y iv) 78 a 105 (28 tonos). En este caso, se pueden proponer índices piloto de {12, 38, 64, 91}, {12, 38, 64, 92}, {13, 39, 65, 91} o {13, 39, 65, 92}.

Además, cuando los índices se dividen en 4 partes que tienen, cada una, 26 tonos (i) 0 a 25 (26 tonos), ii) 26 a 51 (26 tonos), iii) 52 a 77 (26 tonos) y iv) 78 a 103 (26 tonos)) excepto los tonos posicionados en los índices 104 y 105 a la derecha de la unidad de recursos de 106 tonos, se pueden proponer los índices piloto de {12, 38, 64, 90} o {13, 39, 65, 91}.

Se han descrito en detalle realizaciones de división de una unidad de recursos de 106 tonos en 4 partes y de decisión de uno de los tonos incluidos en cada parte como un tono piloto. A continuación, se describirán realizaciones de utilización de 4 índices piloto de una unidad de recursos de 26 tonos o 52 tonos, en una posición correspondiente a una unidad de recursos de 106 tonos, como índices de tonos piloto de la unidad de recursos de 106 tonos. En este caso, la unidad de recursos de 26 tonos o 52 tonos en una posición correspondiente a una unidad de recursos de 106 tonos se refiere a una unidad de recursos de 26 tonos o 52 tonos posicionada en los mismos índices que la unidad de recursos de 106 tonos dentro del mismo ancho de banda. De lo contrario, la unidad de recursos de 26 tonos o 52 tonos en una posición correspondiente a una unidad de recursos de 106 tonos se refiere a una unidad de recursos de 26 tonos o 52 tonos incluida en la unidad de recursos de 106 tonos.

(9) Cuadragésima realización

La figura 32 es un diagrama que muestra posiciones de tonos piloto incluidos en una unidad de recursos de 106 tonos, según la invención.

Cuando 2 tonos restantes se posicionan en el centro de la unidad de recursos de 106 tonos para mantener simetría, las posiciones de 4 tonos piloto (denominados, en adelante, primero a cuarto tonos piloto) incluidos en la unidad de recursos de 106 tonos son las mismas que las posiciones de 4 tonos piloto de entre 8 tonos piloto incluidos en 4 unidades de recursos de 26 tonos en posiciones correspondientes a la unidad de recursos de 106 tonos. En este caso, las 4 unidades de recursos de 26 tonos y los 2 tonos restantes están dispuestos en posiciones correspondientes a la unidad de recursos de 106 tonos, y los 2 tonos restantes se pueden posicionar en el centro de las 4 unidades de recursos de 26 tonos que están dispuestas secuencialmente. Más específicamente, cuando las 4 unidades de recursos de 26 tonos dispuestas secuencialmente se denominan la primera a cuarta unidades de recursos de 26 tonos, los 2 tonos restantes se pueden posicionar entre la segunda y la tercera unidades de recursos de 26 tonos.

En este caso, la posición de cada uno del primer al cuarto tonos piloto puede ser la misma que la posición de uno de los 2 tonos piloto incluidos en cada una de las 4 unidades de recursos de 26 tonos. Por ejemplo, la posición del primer tono piloto puede corresponder a la posición de uno de los 2 tonos piloto incluidos en la primera unidad de recursos de 26 tonos, la posición del segundo tono piloto puede corresponder a la posición de uno de los 2 tonos piloto incluidos en la segunda unidad de recursos de 26 tonos, la posición del tercer tono piloto puede corresponder a la posición de uno de los 2 tonos piloto incluidos en la tercera unidad de recursos de 26 tonos y la posición del cuarto tono piloto puede corresponder a la posición de uno de los 2 tonos piloto incluidos en la cuarta unidad de recursos de 26 tonos.

En este caso, la posición de cada uno del primer al cuarto tonos piloto puede ser la misma que la posición de uno de los 2 tonos piloto incluidos en cada una de las 4 unidades de recursos de 26 tonos, lo que es una distancia mayor desde los tonos restantes. Por ejemplo, la posición del primer tono piloto puede corresponder a la posición de uno de los 2 tonos piloto incluidos en la primera unidad de recursos de 26 tonos, que es una distancia mayor desde los tonos restantes, la posición del segundo tono piloto puede corresponder a la posición de uno de los 2 tonos piloto incluidos en la segunda unidad de recursos de 26 tonos, que es una distancia mayor desde los tonos restantes, la posición del tercer tono piloto puede corresponder a la posición de uno de los 2 tonos piloto incluidos en la tercera unidad de recursos de 26 tonos, que es una distancia mayor desde los tonos restantes, y la posición del cuarto tono piloto puede corresponder a la posición de uno de los 2 tonos piloto incluidos en la cuarta unidad de recursos de 26 tonos, que es una distancia mayor desde los tonos restantes. Si cada una de las 4 unidades de recursos de 26 tonos en posiciones correspondientes a la unidad de recursos de 106 tonos se compone de 26 tonos que tienen, respectivamente, índices de 0 a 25 e incluye tonos piloto correspondientes a índices de {6, 20}, los candidatos de índice de tono piloto a aplicar a la unidad de recursos de 106 tonos son {6, 20, 32, 46, 60, 74, 86, 100}. Cuando se seleccionan tonos piloto a una distancia mayor desde los tonos restantes, a partir de los candidatos de índice de tono piloto considerando la simetría, los tonos piloto seleccionados pueden ser {6, 32, 74, 100} (se hace referencia a 32).

Además, la posición de cada uno del primer al cuarto tonos piloto puede ser la misma que la posición de uno de los 2 tonos piloto incluidos en cada una de las 4 unidades de recursos de 26 tonos, que es una distancia menor desde los tonos restantes. Por ejemplo, la posición del primer tono piloto puede corresponder a la posición de uno de los 2 tonos piloto incluidos en la primera unidad de recursos de 26 tonos, que es una distancia menor desde los tonos restantes, la posición del segundo tono piloto puede corresponder a la posición de uno de los 2 tonos piloto incluidos en la segunda unidad de recursos de 26 tonos, que es una distancia menor desde los tonos restantes, la posición del tercer tono piloto puede corresponder a la posición de uno de los 2 tonos piloto incluidos en la tercera unidad de recursos de 26 tonos, que es una distancia menor desde los tonos restantes, y la posición del cuarto tono piloto puede corresponder a la posición de uno de los 2 tonos piloto incluidos en la cuarta unidad de recursos de 26 tonos, que es una distancia menor desde los tonos restantes. Si cada una de las 4 unidades de recursos de 26 tonos en posiciones correspondientes a la unidad de recursos de 106 tonos se compone de 26 tonos que tienen, respectivamente, índices de 0 a 25 e incluye tonos piloto correspondientes a índices de {6, 20}, los candidatos de índice de tono piloto a aplicar a la unidad de recursos de 106 tonos pueden ser {6, 20, 32, 46, 60, 74, 86, 100}. Cuando los tonos piloto a una distancia más corta desde los tonos restantes se seleccionan a partir de candidatos de índice de tono piloto considerando la simetría, los tonos piloto seleccionados pueden ser {20, 46, 60, 86}.

Además, cuando cada una de las 4 unidades de recursos de 26 tonos en posiciones correspondientes a la unidad de recursos de 106 tonos se compone de 26 tonos que tienen, respectivamente, índices de 0 a 25 e incluye tonos piloto correspondientes a índices de {6, 19}, los candidatos de índice de tono piloto a aplicar a la unidad de recursos de 106 tonos pueden ser {6, 19, 32, 45, 60, 73, 86, 99}. Cuando se determinan 4 índices de entre los candidatos de índice de tono piloto considerando la simetría, los índices determinados pueden ser {6, 32, 73, 99} o {19, 45, 60, 86}.

Además, cuando cada una de las 4 unidades de recursos de 26 tonos en posiciones correspondientes a la unidad de recursos de 106 tonos se compone de 26 tonos que tienen, respectivamente, índices de 0 a 25 e incluye tonos piloto correspondientes a índices de {5, 19}, los candidatos de índice de tono piloto a aplicar a la unidad de recursos de 106 tonos pueden ser {5, 19, 31, 45, 59, 73, 85, 99}. Cuando se determinan 4 índices de entre los candidatos de índice de tono piloto considerando simetría, los índices determinados pueden ser {5, 31, 73, 99} o {19, 45, 59, 85}.

Basándose en la descripción anterior, las posiciones de 4 tonos piloto (tonos piloto primero a cuarto) incluidos en la unidad de recursos de 106 tonos pueden ser las mismas que las posiciones de 4 tonos piloto de entre 8 tonos piloto incluidos en 2 unidades de recursos de 52 tonos en posiciones correspondientes a la unidad de recursos de 106 tonos. En este caso, las 2 unidades de recursos de 52 tonos y los 2 tonos restantes están dispuestos en posiciones correspondientes a la unidad de recursos de 106 tonos, y los 2 tonos restantes pueden estar situados en el centro de (o entre) las 2 unidades de recursos de 52 tonos que están dispuestas secuencialmente.

En este caso, las posiciones del primer al cuarto tonos piloto pueden corresponder a posiciones de dos de 4 tonos piloto incluidos en cada una de las 2 unidades de recursos de 52 tonos, tal como en el caso anterior.

Cuando se utilizan índices piloto de una unidad de recursos menor que constituye una unidad de recursos de 106 tonos, la configuración del sistema se simplifica para reducir la carga sobre el hardware.

(10) Cuadragésimo primera realización

Cuando un tono restante se posiciona a ambos lados de una unidad de recursos de 106 tonos para satisfacer simetría, 4 índices de tonos piloto de 4 unidades de recursos de 26 tonos en posiciones correspondientes a la unidad de recursos de 106 tonos se pueden utilizar como índices de tonos piloto de la presente realización.

- 5 Si cada unidad de recursos de 26 tonos se compone de 26 tonos que tienen, respectivamente, índices de 0 a 25 y los tonos piloto están posicionados en índices de {6, 19}, los candidatos de índice de tono piloto a aplicar a la unidad de recursos de 106 tonos pueden ser {7, 20, 33, 46, 59, 72, 85, 98}. Cuando se determinan 4 índices de entre los candidatos de índice de tono piloto considerando la simetría, los índices determinados pueden ser {7, 33, 72, 98} o {20, 46, 59, 85}.
- 10 Además, cuando cada unidad de recursos de 26 tonos se compone de 26 tonos que tienen, respectivamente, índices de 0 a 25 y los tonos piloto están posicionados en índices de {5, 19}, los candidatos de índice de tono piloto a aplicar a la unidad de recursos de 106 tonos pueden ser {6, 20, 32, 46, 58, 72, 84, 98}. Cuando se determinan 4 índices de entre los candidatos de índice de tono piloto considerando simetría, los índices determinados pueden ser {6, 32, 72, 98} o {20, 46, 58, 84}.
- 15 Además, cuando cada unidad de recursos de 26 tonos se compone de 26 tonos que tienen, respectivamente, índices de 0 a 25 y los tonos piloto están posicionados en índices de {6, 20}, los candidatos de índice de tono piloto a aplicar a la unidad de recursos de 106 tonos pueden ser {7, 21, 33, 47, 59, 73, 85, 99}. Cuando se determinan 4 índices de entre los candidatos de índice de tono piloto considerando simetría, los índices determinados pueden ser {7, 33, 73, 99} o {21, 47, 59, 85}.
- 20 Puede ser posible decidir 4 índices de entre los candidatos de índice de tono piloto sin considerar simetría. Cuando se utilizan tonos piloto incluidos en 2 unidades de recursos de 52 tonos en posiciones correspondientes a la unidad de recursos de 106 tonos, se pueden utilizar 4 índices de tonos piloto de las unidades de recursos de 52 tonos como índices de tonos piloto de la unidad de recursos de 106 tonos, de manera similar al caso descrito anteriormente. La configuración del sistema se simplifica utilizando selectivamente tonos piloto de una unidad de recursos en unidades de un tono menor, tal como en las realizaciones descritas anteriormente.
- 25

(11) Cuadragésimo segunda realización

La presente realización propone la utilización de un tono restante, como un tono piloto.

- 30 Cuando los tonos restantes están posicionados en el extremo izquierdo (por ejemplo, índices de {0, 1}) de una unidad de recursos de 106 tonos, los índices de tonos piloto de la unidad de recursos de 106 tonos pueden ser {0, 1, 104, 105} considerando simetría. Esto se puede aplicar igualmente cuando se posicionan tonos restantes en el extremo derecho (por ejemplo, índices de {104, 105}).

Cuando se utilizan solamente algunos de los tonos restantes como tonos piloto y se consideran simetría y equidistancia de tonos piloto, los índices de tonos piloto de la unidad de recursos de 106 tonos se pueden determinar como {0, 26, 79, 105}, {0, 27, 78, 105} o {1, 27, 78, 104}.

- 35 Cuando los tonos restantes se posicionan en el centro (por ejemplo, índices de {52, 53}) de la unidad de recursos de 106 tonos, los índices de tonos piloto de la unidad de recursos de 106 tonos se pueden determinar como {26, 52, 53, 79} considerando simetría y equidistancia.

4. Unidad de recursos de 242 tonos

- 40 Se supone que las subportadoras (o tonos) incluidas en una unidad de recursos de 242 tonos tienen secuencialmente índices de 0 a 241. El número y los valores de tonos piloto incluidos en la unidad de recursos de 242 tonos se conforman al esquema propuesto en la primera a la séptima realizaciones. Se proporcionará una descripción sobre la base de los índices de tonos piloto incluidos en la unidad de recursos de 242 tonos.

(1) Cuadragésimo tercera realización

- 45 En la presente realización, cuando la unidad de recursos de 242 tonos está dividida por el número de tonos piloto, los tonos piloto pueden estar posicionados en los centros de las partes divididas. Por ejemplo, cuando la unidad de recursos de 242 tonos incluye 8 tonos piloto, la unidad de recursos de 242 tonos se puede dividir en 8 partes y los 8 tonos piloto pueden estar posicionados en los centros de las partes. Si 2 tonos están posicionados en el centro de cada parte debido a que cada parte se compone de un número par de tonos, un tono piloto puede corresponder a uno de los 2 tonos.

- 50 Por ejemplo, los índices de la unidad de recursos de 242 tonos se pueden dividir en 8 partes de i) 0 a 30 (31 tonos), ii) 31 a 60 (30 tonos), iii) 61 a 90 (30 tonos), iv) 91 a 120 (30 tonos), v) 121 a 150 (30 tonos), vi) 151 a 180 (30 tonos), vii) 181 a 210 (30 tonos) y viii) 211 a 241 (31 tonos). En este caso, los índices de tonos piloto pueden ser {15, 45, 75, 105, 136, 166, 196, 226}.

Si la unidad de recursos de 242 tonos se divide en 8 partes, cada una de las cuales incluye 30 tonos, excepto los tonos situados a ambos lados de la misma (índices de {0, 241}) (siendo los índices i) 1 a 30 (30 tonos), ii) 31 a 60 (30 tonos), iii) 61 a 90 (30 tonos), iv) 91 a 120 (30 tonos), v) 121 a 150 (30 tonos), vi) 151 a 180 (30 tonos), vii) 181 a 210 (30 tonos), viii) 211 a 240 (30 tonos)), los índices de tonos piloto pueden ser {15, 45, 75, 105, 135, 165, 195, 225} o {16, 46, 76, 106, 136, 166, 196, 226}.

Además, los índices de la unidad de recursos de 242 tonos se pueden dividir en 8 partes de i) 0 a 29 (30 tonos), ii) 30 a 59 (30 tonos), iii) 60 a 89 (30 tonos), iv) 90 a 120 (31 tonos), v) 121 a 151 (31 tonos), vi) 152 a 181 (30 tonos), vii) 182 a 211 (30 tonos), viii) 212 a 241 (30 tonos)). En este caso, los índices de tonos piloto pueden ser {15, 45, 75, 105, 136, 166, 196, 226}.

En este caso, cuando se excluyen 2 tonos situados en el centro (índices de {120, 121}), los índices de tonos piloto pueden ser {14, 44, 74, 104, 136, 166, 196, 226} o {15, 45, 75, 105, 137, 167, 197, 227}.

(2) Cuadragésimo cuarta realización

En la presente invención, los tonos piloto se pueden posicionar en índices que han sido corregidos considerando la separación de índices de tonos piloto excluyendo tonos de CC y tonos de guarda respecto de los índices de tonos piloto propuestos en las primera a séptima realizaciones. Por ejemplo, cuando la unidad de recursos de 242 tonos incluye 8 tonos piloto, los índices de tonos piloto corregidos pueden ser {19, 47, 83, 111, 130, 158, 194, 222}.

Además, en la presente invención, los tonos piloto se pueden posicionar en índices que han sido corregidos considerando la separación de índices de tonos piloto mediante excluir solamente los tonos de guarda respecto de los índices de tonos piloto propuestos en la primera a séptima realizaciones (o incluyendo solamente tonos de CC). Cuando están presentes 8 tonos piloto en sistemas heredados, los 8 tonos piloto están posicionados en {±11, ±39, ±75, ±103} y, por lo tanto, los índices de tonos piloto de {17, 45, 81, 109, 131, 159, 195, 223} o {18, 46, 82, 110, 132, 160, 196, 224} se obtienen considerando simetría.

5. Unidad de recursos de 484 tonos

Se supone que las subportadoras (o tonos) incluidas en una unidad de recursos de 484 tonos tienen secuencialmente índices de 0 a 483. El número y los valores de los tonos piloto incluidos en la unidad de recursos de 484 tonos conforman el esquema propuesto en la octava a decimocuarta realizaciones. Se proporcionará una descripción sobre la base de los índices de tonos piloto incluidos en la unidad de recursos de 484 tonos.

(1) Cuadragésimo quinta realización

En la presente realización, cuando la unidad de recursos de 484 tonos está dividida por el número de tonos piloto, los tonos piloto pueden estar posicionados en los centros de las partes divididas. Por ejemplo, cuando la unidad de recursos de 484 tonos incluye 16 tonos piloto, la unidad de recursos de 484 tonos se puede dividir en 16 partes y los 16 tonos piloto pueden estar posicionados en los centros de las partes. Si 2 tonos están posicionados en el centro de cada parte debido a que cada parte se compone de un número par de tonos, un tono piloto puede corresponder a uno de los 2 tonos.

(2) Cuadragésimo sexta realización

En la presente invención, los tonos piloto se pueden posicionar en índices que han sido corregidos considerando la separación de índices de tonos piloto excluyendo tonos de CC y tonos de guarda respecto de los índices de tonos piloto propuestos en las octava a decimocuarta realizaciones. Por ejemplo, cuando la unidad de recursos de 484 tonos incluye 8 tonos piloto, los índices de tonos piloto corregidos pueden ser {38, 94, 166, 222, 261, 317, 389, 445}.

Además, en la presente invención, los tonos piloto se pueden posicionar en índices que han sido corregidos considerando la separación de índices de tonos piloto mediante excluir solamente los tonos de guarda respecto de los índices de tonos piloto propuestos en la octava a decimocuarta realizaciones (o incluyendo solamente tonos de CC). Cuando están presentes 8 tonos piloto en sistemas heredados, los 8 tonos piloto están posicionados en {±22, ±78, ±150, ±206} y, por lo tanto, los índices de tonos piloto de {35, 91, 163, 219, 263, 319, 391, 447} o {36, 92, 164, 220, 264, 320, 392, 448} se obtienen considerando simetría.

(3) Cuadragésimo séptima realización

En la presente realización, el número de tonos piloto es 16. En este caso, los índices ({±25, ±53, ±89, ±117, ±139, ±167, ±203, ±231}) de la octava realización se corrigen para adaptarse a 484 tonos y utilizarse como índices de tonos piloto de la presente realización. Los índices corregidos pueden ser {13, 41, 77, 105, 127, 155, 191, 219, 264, 292, 328, 356, 378, 406, 442, 470}.

Los tonos piloto de la presente realización se pueden posicionar en índices que han sido corregidos considerando simetría después de excluir tonos de guarda respecto de los índices de tonos piloto propuestos en la octava realización (incluyendo tonos de CC). Los índices corregidos pueden ser {10, 38, 74, 102, 124, 152, 188, 216, 266, 294, 330, 358, 380, 408, 444, 472} o {11, 39, 75, 103, 125, 153, 189, 217, 267, 295, 331, 359, 381, 409, 445, 473}.

Además, los tonos piloto de la presente realización se pueden posicionar en índices que han sido corregidos considerando simetría después de excluir 2 tonos de ambos lados, es decir, un total de 4 tonos, y dividir los índices restantes por 30 tonos (2 a 31, 32 a 61, 62 a 91, 92 a 121, ..., 452 a 481) en los índices de tonos piloto propuestos en la octava realización. En este caso, se pueden obtener los índices de tonos piloto de {16, 46, 76, 106, 136, 166, 196, 226, 256, 286, 316, 346, 376, 406, 436, 466} o {17, 47, 77, 107, 137, 167, 197, 227, 257, 287, 317, 347, 377, 407, 437, 467}.

Además, los tonos piloto de la presente realización se pueden posicionar en índices que han sido corregidos excluyendo 4 tonos centrales y dividiendo los índices restantes por 30 tonos en los índices de tonos piloto propuestos en la octava realización. En este caso, se pueden obtener los índices de tonos piloto de {14, 44, 74, 104, 134, 164, 194, 224, 254, 284, 314, 344, 374, 404, 434, 464} o {15, 45, 75, 105, 135, 165, 195, 225, 255, 285, 315, 345, 375, 405, 435, 465}.

6. Unidad de recursos de 996 tonos

Se supone que las subportadoras (o tonos) incluidas en una unidad de recursos de 996 tonos tienen secuencialmente índices de 0 a 995. El número y los valores de tonos piloto incluidos en la unidad de recursos de 996 tonos conforman el esquema propuesto en la decimoquinta a vigésimo segunda realizaciones. Se proporcionará una descripción sobre la base de los índices de tonos piloto incluidos en la unidad de recursos de 996 tonos.

(1) Cuadragésimo octava realización

En la presente realización, cuando la unidad de recursos de 996 tonos está dividida por el número de tonos piloto, los tonos piloto pueden estar posicionados en los centros de las partes divididas. Por ejemplo, cuando la unidad de recursos de 996 tonos incluye 16 tonos piloto, la unidad de recursos de 484 tonos se puede dividir en 16 partes y los 16 tonos piloto pueden estar posicionados en los centros de las partes. Si 2 tonos están posicionados en el centro de cada parte debido a que cada parte se compone de un número par de tonos, un tono piloto puede corresponder a uno de los 2 tonos.

(2) Cuadragésimo novena realización

En la presente invención, los tonos piloto se pueden posicionar en índices que han sido corregidos considerando la separación de índices de tonos piloto excluyendo tonos de CC y tonos de guarda respecto de los índices de tonos piloto propuestos en las decimoquinta a vigésimo segunda realizaciones.

(3) Quincuagésima realización

Los índices ({ ± 50 , ± 106 , ± 178 , ± 234 , ± 278 , ± 334 , ± 406 , ± 462 }) propuestos en la decimoséptima realización se corrigen y se utilizan como índices de tonos piloto de las presentes realizaciones. Los índices corregidos pueden ser {38, 94, 166, 222, 266, 322, 394, 450, 545, 601, 673, 729, 773, 829, 901, 957}.

Además, los tonos piloto de la presente realización se pueden posicionar en índices que han sido corregidos considerando la separación y simetría de índices de tonos piloto después de excluir solamente tonos de guarda respecto de los índices de tonos piloto propuestos en la decimoséptima realización (o incluyendo solamente tonos de CC). Los índices corregidos pueden ser {35, 91, 163, 219, 263, 319, 391, 447, 547, 603, 675, 731, 775, 831, 903, 959} o {36, 92, 164, 220, 264, 320, 392, 448, 548, 604, 676, 732, 776, 832, 904, 960}.

Además, los tonos piloto de la presente realización se pueden posicionar en índices que han sido corregidos considerando la simetría después de excluir 2 tonos de ambos lados, un total de 4 tonos, y dividir los índices restantes por 62 tonos (2 a 63, 64 a 125, 126 a 187, 188 a 249, ..., 932 a 993) en los índices de tonos piloto propuestos en la decimoséptima realización. En este caso, se pueden obtener los índices de tonos piloto de {32, 94, 156, 218, 280, 342, 404, 466, 528, 590, 652, 714, 776, 838, 900, 962} o {33, 95, 157, 219, 281, 343, 405, 467, 529, 591, 653, 715, 777, 839, 901, 963}.

Además, los tonos piloto de la presente realización se pueden posicionar en índices que han sido corregidos excluyendo 4 tonos centrales y dividiendo los índices restantes por 62 tonos (0 a 61, 62 a 123, ..., 434 a 495, 500 a 561, ..., 934 a 995) en los índices de tonos piloto propuestos en la decimoséptima realización. En este caso, se pueden obtener los índices de tonos piloto de {30, 92, 154, 216, 278, 340, 402, 464, 530, 592, 654, 716, 778, 840, 902, 964} o {31, 93, 155, 217, 279, 341, 403, 465, 531, 593, 655, 717, 779, 841, 903, 965}.

Se han descrito los planes de tonos piloto propuestos en esquemas de transmisión no OFDMA y esquemas de transmisión OFDMA. A continuación se describirá un esquema de asignación de diferentes tonos piloto a respectivos usuarios en transmisión no OFDMA.

C. Método de asignación de tono piloto por STA

El sistema 802.11ax soporta transmisión MU UL. En este caso, un AP recibe señales mezcladas debido a que múltiples STA (o usuarios) transmiten señales simultáneamente. En este caso, aunque cada STA compensa una CFO antes de la transmisión de una señal al AP y a continuación transmite la señal, la CFO no se compensa del

todo debido a un fallo de comunicación tal como ruido, y queda una CFO residual. Por consiguiente, el AP puede compensar la CFO residual para conseguir un rendimiento fiable. Sin embargo, dado que las STA tienen valores de CFO residual diferentes, el AP requiere un nuevo esquema para asignar un tono piloto por STA, diferente de los esquemas descritos anteriormente, para medir y compensar una CFO residual utilizando un tono piloto.

- 5 En las siguientes realizaciones, se pueden aplicar básicamente planes de tonos piloto propuestos en esquemas no OFDMA y OFDMA. Sin embargo, diferentes tonos piloto se pueden asignar a STA respectivas, y cada STA puede ajustar valores de tonos piloto diferentes de un tono piloto asignado a "0" para la misma. La figura 33 es una tabla que muestra valores de tonos piloto asignados por STA, de acuerdo con una realización de la presente invención.

1. Asignación aleatoria

- 10 El número de tonos piloto puede ser asignado aleatoriamente a cada STA.

Por ejemplo, se puede asumir una situación en la que la STA 1 y la STA 2 llevan a cabo transmisión MU UL utilizando un flujo y se asigna un ancho de banda de 20 MHz al mismo. En este caso, el número y los índices de tonos piloto se pueden conformar al esquema propuesto en la primera realización. En este caso, el segundo y el quinto tonos piloto se pueden asignar aleatoriamente a la STA 1 y los tonos piloto restantes se pueden asignar a la STA 2. En este caso, los valores de tonos piloto se pueden determinar tal como se muestra en la figura 33(a). En la figura 33(a), i_{STS} denota un índice de flujo y $\psi^{NSTS,8}_{i_{STS},j}$ denota un valor de un tono piloto dispuesto en una posición j -ésima de entre 8 tonos piloto en un flujo que tiene i_{STS} .

En la realización anterior, diferentes números de tono piloto se asignan a las STA y, por lo tanto, puede haber una diferencia de rendimiento de seguimiento de CFO entre las mismas.

- 20 2. Asignación uniforme

Se puede asignar el mismo número de tonos piloto a cada STA.

- 25 Cuando se asigna el mismo número de tonos piloto a las STA, pueden quedar tonos piloto. Por ejemplo, se asignan 8 tonos piloto a las STA 1, 2 y 3 por 2, pueden quedar 2 tonos piloto ($=8-2*3$). En este caso, los tonos piloto restantes pueden ser asignados aleatoriamente a las STA. De lo contrario, todos los tonos piloto restantes pueden ser asignados a una STA que tenga la máxima o la mínima SINR (Signal to Interference plus Noise Ratio, relación señal/interferencia más ruido). De lo contrario, los tonos piloto restantes se pueden asignar uno por uno a las STA, en orden descendente desde la STA que tiene la SINR más alta, o en orden ascendente desde la STA que tiene la SINR más baja. Cuando los tonos piloto restantes se asignan a una STA que tiene una SINR alta, se garantiza un mayor rendimiento para una STA que muestre un rendimiento mayor, mejorando la tasa de transferencia efectiva promedio. Cuando los tonos piloto restantes se asignan a una STA que tiene una SINR baja, el rendimiento de una STA que tiene un bajo rendimiento se mejora para satisfacer la QoS.

Los índices (o posiciones) de tonos piloto asignados a cada STA se pueden establecer de diversas maneras.

- 35 Como una realización, el AP puede asignar secuencialmente tonos piloto a las STA desde el tono piloto más a la izquierda o más a la derecha. Por ejemplo, se supone que se asignan 8 tonos piloto a las STA 1 a 3. En este caso, el primer tono piloto más a la izquierda se puede asignar a la STA 1, el segundo tono piloto dispuesto a la derecha del primer tono piloto se puede asignar a la STA 2, el tercer tono piloto dispuesto a la derecha del segundo tono piloto se puede asignar a la STA 3 y el cuarto tono piloto dispuesto a la derecha del tercer tono piloto se puede asignar a la STA 1. Por consiguiente, el primer, el cuarto y el séptimo tonos piloto se asignan a la STA 1, el segundo, quinto y octavo tonos piloto se asignan a la STA 2, y el tercer y el sexto tonos piloto se asignan a la STA 3.

- 40 Como otra realización, el AP puede asignar secuencialmente tonos piloto a las STA desde los tonos piloto más a la izquierda o más a la derecha mediante el número de tonos piloto asignados por STA.

- 45 Por ejemplo, se supone que 3 tonos piloto se asignan a la STA 1, 3 tonos piloto se asignan a la STA 2 y 2 tonos piloto se asignan a la STA 3. En este caso, los 8 tonos piloto se pueden asignar desde los tonos piloto más a la izquierda (o más a la derecha), de tal modo que 3, 3 y 2 tonos piloto son asignados secuencialmente, respectivamente, a las STA 1 a 2. Por consiguiente, se asignan los tonos piloto primero a tercero a la STA 1, se asignan los tonos piloto cuarto a sexto a la STA 2 y se asignan los tonos piloto séptimo y octavo a la STA 3. En este caso, el primer tono piloto se puede referir al tono piloto más a la izquierda o más a la derecha de entre los tonos piloto en la banda de frecuencia.

- 50 Como otra realización, se describirá una situación en la que la STA 1 y la STA 2 llevan a cabo transmisión MU UL utilizando un flujo y se asigna un ancho de banda de 20 MHz al mismo. En este caso, el número, los índices y los valores de tonos piloto aplicados al ancho de banda de 20 MHz se pueden conformar al esquema propuesto en la primera realización. En este caso, el primer a cuarto tonos piloto de entre los tonos piloto del ancho de banda de 20 MHz se pueden asignar a la STA 1, y el quinto a octavo tonos piloto se pueden asignar a la STA 2, según la descripción anterior. En este caso, los valores de los tonos piloto asignados a cada STA se pueden determinar tal como se muestra en la figura 33(b). En la figura 33(b), i_{STS} indica un índice de flujo y $\psi^{NSTS,8}_{i_{STS},j}$ indica un valor de un tono piloto en una posición j -ésima de entre 8 tonos piloto en un flujo que tiene i_{STS} .

3. Asignación diferencial

Todos los tonos piloto pueden ser asignados a una STA que tiene la SINR más alta o más baja. De lo contrario, se pueden asignar a las STA números de tonos piloto en proporción directa o inversa a las SINR de las STA. En este caso, cuando el número de tonos piloto calculado en proporción directa o inversa a una SINR no es un número natural, el número de tonos piloto calculado se puede redondear. Por ejemplo, si el número de tonos piloto que se puede asignar a las STA es de 8 y se asignan 1,6 tonos piloto y 6,4 tonos piloto a la STA 1 y la STA 2 en función de la relación SINR de las mismas, 1,6 y 6,4 se pueden redondear y, por lo tanto, se pueden asignar, respectivamente, 2 y 6 tonos piloto a la STA 1 y la STA 2. Si se asignan 2 tonos piloto a la STA 1 y se asignan 7 tonos piloto a la STA 2, dado que se determina que los números de tonos piloto asignados a la STA 1 y la STA 2 son 1,5 y 6,5 en función de la relación SINR, se resta 1 del mayor número de tonos piloto. Es decir, se asignan 2 tonos piloto a la STA 1 y se asignan 6 tonos piloto a la STA 2.

Cuando se asignan tonos piloto en proporción a la SINR, se asigna un mayor número de tonos piloto a una STA que tenga un rendimiento mayor para garantizar un mayor rendimiento, mejorando la tasa de transferencia efectiva promedio. Cuando se asignan tonos piloto en proporción inversa a una SINR, se mejora el rendimiento de una STA que tenga un rendimiento bajo, para cumplir QoS.

En este caso, los índices (o posiciones) de tonos piloto asignados a cada STA se pueden establecer de diversas maneras.

Como una realización, el AP puede asignar secuencialmente tonos piloto a las STA desde el tono piloto más a la izquierda o más a la derecha. Por ejemplo, se supone que se asignan 8 tonos piloto a las STA 1 a 3. En este caso, el primer tono piloto más a la izquierda se puede asignar a la STA 1, el segundo tono piloto dispuesto a la derecha del primer tono piloto se puede asignar a la STA 2, el tercer tono piloto dispuesto a la derecha del segundo tono piloto se puede asignar a la STA 3 y el cuarto tono piloto dispuesto a la derecha del tercer tono piloto se puede asignar a la STA 1. Por consiguiente, el primer, cuarto y séptimo tonos piloto se asignan a la STA 1, el segundo, quinto y octavo tonos piloto se asignan a la STA 2, y el tercer y el sexto tonos piloto se asignan a la STA 3.

Como otra realización, el AP puede asignar secuencialmente tonos piloto a las STA desde los tonos piloto más a la izquierda o más a la derecha mediante el número de tonos piloto asignados por STA.

Por ejemplo, se supone que 3 tonos piloto se asignan a la STA 1, 3 tonos piloto se asignan a la STA 2 y 2 tonos piloto se asignan a la STA 3. En este caso, los 8 tonos piloto se pueden asignar desde los tonos piloto más a la izquierda (o más a la derecha), de tal modo que 3, 3 y 2 tonos piloto son asignados secuencialmente, respectivamente, a las STA 1, 2 y 3. Por consiguiente, se asignan los tonos piloto primero a tercero a la STA 1, se asignan los tonos piloto cuarto a sexto a la STA 2 y se asignan los tonos piloto séptimo y octavo a la STA 3. En este caso, el primer tono piloto se puede referir al tono piloto más a la izquierda o más a la derecha de entre los tonos piloto en la banda de frecuencia.

Como otra realización, se describirá una situación en la que la STA 1 y la STA 2 llevan a cabo transmisión MU UL utilizando un flujo y se asigna un ancho de banda de 20 MHz al mismo. En este caso, el número, los índices y los valores de tonos piloto aplicados al ancho de banda de 20 MHz se pueden conformar al esquema propuesto en la primera realización. El número de tonos piloto asignados a cada STA se puede determinar en proporción a una relación SINR. Cuando la relación SINR de la STA 1 a la STA 2 es 1:4, se asignan 2 (redondeo de 1,6) tonos piloto a la STA 1 y se asignan 6 tonos piloto a la STA 2. En este caso, el primer y el segundo tonos piloto se pueden asignar a la STA 1 y el cuarto a octavo tonos piloto se pueden asignar secuencialmente a la STA 2, según la descripción anterior. Por consiguiente, se pueden determinar valores de los tonos piloto asignados a las STA tal como se muestra en la figura 33(c). En la figura 33(c), i_{STS} indica un índice de flujo y $\psi_{STS,j}^{N_{STS,8}}$ indica un valor de un tono piloto en una posición j -ésima de entre 8 tonos piloto en un flujo que tiene i_{STS} .

Cuando hay un gran número de STA a las que asignar tonos piloto en una situación en la que el número de tonos piloto está limitado, el número de tonos piloto que se puede asignar a cada STA disminuye cuando se aplica la realización descrita anteriormente, deteriorándose notablemente el rendimiento de la estimación de la CFO. Por consiguiente, se propone un método de agrupamiento de STA y asignación de tonos piloto a cada grupo, para mejorar el número de tonos piloto asignados a cada STA.

En este caso, las STA se pueden agrupar según la siguiente realización.

1) Se establece un número máximo NU_max de STA que pueden pertenecer a un grupo y un valor alfa que es un umbral de ortogonalidad del canal (0 a 1: la ortogonalidad aumenta a medida que disminuye el valor alfa).

2) Las STA son ordenadas descendentes de SINR.

3) Se obtienen valores de correlación entre un canal de una STA que tiene la SINR más alta y canales de las otras STA, y se agrupa el número máximo NU_max de las STA desde una STA que tiene el valor de correlación menor de entre las STA que tienen valores de correlación menores que el valor alfa.

4) Las etapas 1) a 3) se realizan secuencialmente para las STA no agrupadas, desde la STA que tiene la SINR más alta, hasta que todas las STA están agrupadas. En este caso, un grupo puede incluir una STA.

Las STA que pertenecen a cada grupo utilizan tonos piloto asignados a cada grupo. Por ejemplo, la STA 1 y la STA 2 pueden pertenecer a un primer grupo y se pueden asignar 4 tonos piloto al primer grupo. En este caso, la STA 1 y la STA 2 pueden utilizar los 4 tonos piloto asignados al primer grupo. En este caso, el método de asignación de tonos piloto por grupo se puede aplicar sustituyendo una STA por un grupo, en las realizaciones descritas anteriormente. En este caso, la SINR promedio de las STA de un grupo se puede utilizar como SINR.

La figura 34 es un diagrama de flujo que muestra un método de transmisión de datos de un dispositivo STA, de acuerdo con una realización de la presente invención. Las realizaciones descritas anteriormente se pueden aplicar igualmente en relación al diagrama de flujo. Por consiguiente, en lo que sigue se omitirá la descripción redundante.

Haciendo referencia a la figura 34, una STA puede generar una PPDU (S3401). En este caso, la PPDU generada incluye un preámbulo físico y un campo de datos.

A continuación, la STA puede transmitir la PPDU generada (S3402). En este caso, el campo de datos se puede transmitir utilizando una unidad de recursos de 106 tonos que incluye primer a cuarto tonos piloto. En este caso, las posiciones del primer al cuarto tonos piloto pueden corresponder a posiciones de 4 tonos piloto de entre 8 tonos piloto incluidos en 4 unidades de recursos de 26 tonos en posiciones correspondientes a la unidad de recursos de 106 tonos. De lo contrario, las posiciones del primer al cuarto tonos piloto pueden corresponder a posiciones de 4 tonos piloto de entre 8 tonos piloto incluidos en 2 unidades de recursos de 26 tonos en posiciones correspondientes a la unidad de recursos de 106 tonos. Esto se ha descrito anteriormente haciendo referencia a la figura 32 en la cuadragésima realización y, por lo tanto, se omite la descripción redundante.

La figura 35 es un diagrama de bloques de cada dispositivo STA, de acuerdo con una realización de la presente invención.

En la figura 35, un dispositivo STA 3510 puede incluir una memoria 3512, un procesador 3511 y una unidad de RF 3513. Y, tal como se ha descrito anteriormente, el dispositivo STA puede ser un AP o una STA no AP, tal como un dispositivo STA HE.

La unidad de RF 3513 puede transmitir/recibir una señal de radio estando conectada al procesador 3511. La unidad de RF 3513 puede transmitir una señal mediante conversión ascendente de los datos recibidos desde el procesador 3511 a la banda de transmisión/recepción.

El procesador 3511 puede implementar la capa física y/o la capa MAC, de acuerdo con el sistema IEEE 802.11, estando conectado a la unidad de RF 4013. El procesador 3511 se puede construir para llevar a cabo la operación según las diversas realizaciones de la presente invención de acuerdo con los dibujos y la descripción. Además, el módulo para implementar la operación de la STA 3510 según las diversas realizaciones de la presente invención descritas anteriormente, puede ser almacenado en la memoria 3512 y ejecutado por el procesador 3511.

La memoria 3512 está conectada al procesador 3511, y almacena varios tipos de información para la ejecución del procesador 3511. La memoria 3512 puede estar incluida en el interior del procesador 3511 o instalada exterior al procesador 3511, y puede estar conectada con el procesador 3511 por medios bien conocidos.

Además, el dispositivo STA 3510 puede incluir una única antena o múltiples antenas.

La construcción detallada del dispositivo STA 3510 de la figura 35 se puede implementar de tal modo que se aplique independientemente la descripción de las diversas realizaciones de la presente invención, o se apliquen simultáneamente dos o más realizaciones.

Modo para la invención

Se han descrito diversas realizaciones en el mejor modo para llevar a cabo la invención.

Aplicabilidad industrial

Aunque los métodos de transmisión y recepción de datos en un sistema de comunicación inalámbrica según la presente invención se han descrito en base a ejemplos en los que los métodos se aplican al IEEE 802.11, los métodos son aplicables a varios sistemas de comunicación inalámbrica además del IEEE 802.11.

REIVINDICACIONES

1. Un método de transmisión de datos llevado a cabo por una estación, STA, en un sistema de red de área local inalámbrica WLAN, que comprende:

- 5 generar una unidad de datos de protocolo física, PPDU, que incluye un preámbulo físico y un campo de datos; y
- transmitir la PPDU,
- en el que el campo de datos se transmite dentro de un ancho de banda que incluye una unidad de recursos de 106 tonos que incluye un primer a un cuarto tonos piloto,
- 10 en el que las posiciones del primer al cuarto tonos piloto corresponden a posiciones de 4 tonos piloto de entre 8 tonos piloto incluidos en cuatro unidades de recursos de 26 tonos en posiciones correspondientes a la unidad de recursos de 106 tonos, y
- en el que, cuando los 26 tonos incluidos en cada unidad de recursos de 26 tonos son posicionados secuencialmente en índices de 0 a 25, 2 tonos piloto incluidos en cada unidad de recursos de 26 tonos son posicionados respectivamente en los índices 6 y 20.

15 2. El método de transmisión de datos, según la reivindicación 1,

- en el que la posición del primer tono piloto corresponde a una posición de uno de 2 tonos piloto incluidos en la primera unidad de recursos de 26 tonos,
- en el que la posición del segundo tono piloto corresponde a una posición de uno de 2 tonos piloto incluidos en la segunda unidad de recursos de 26 tonos,
- 20 en el que la posición de los terceros tonos piloto corresponde a una posición de uno de 2 tonos piloto incluidos en la tercera unidad de recursos de 26 tonos, y
- en el que la posición de los cuartos tonos piloto corresponde a una posición de uno de 2 tonos piloto incluidos en la cuarta unidad de recursos de 26 tonos.

25 3. El método de transmisión de datos, según la reivindicación 2, en el que una primera secuencia piloto {1 1 1 -1} se aplica al primer al cuarto tonos piloto.

4. El método de transmisión de datos, según la reivindicación 1, en el que, cuando 106 tonos incluidos en la unidad de recursos de 106 tonos son posicionados secuencialmente en índices 0 a 105, el primer tono piloto se posiciona en el índice 6, el segundo tono piloto se posiciona en el índice 32, el tercer tono piloto se posiciona en el índice 74 y el cuarto tono piloto se posiciona en el índice 100.

30 5. Una estación, STA, (3510) que puede funcionar en un sistema de red de área local inalámbrica, WLAN, que comprende:

- una unidad de RF (3513) configurada para transmitir y recibir señales RF; y
- un procesador (3511) configurado para controlar la unidad de RF (3513),
- 35 en la que el procesador (3511) está configurado además para generar una unidad de datos de protocolo física, PPDU, que incluye un preámbulo físico y un campo de datos, y para transmitir la PPDU,
- en el que el campo de datos se transmite dentro de un ancho de banda que incluye una unidad de recursos de 106 tonos que incluye un primer a un cuarto tonos piloto,
- en el que las posiciones del primer al cuarto tonos piloto corresponden a posiciones de 4 tonos piloto de entre 8 tonos piloto incluidos en cuatro unidades de recursos de 26 tonos en posiciones correspondientes a la unidad de recursos de 106 tonos; y
- 40 en el que, cuando los 26 tonos incluidos en cada unidad de recursos de 26 tonos están posicionados secuencialmente en índices de 0 a 25, 2 tonos piloto incluidos en cada unidad de recursos de 26 tonos están posicionados respectivamente en los índices 6 y 20.

45 6. La STA (3510), según la reivindicación 5, en la que una primera secuencia piloto {1 1 1 -1} se aplica al primer a cuarto tonos piloto.

7. La STA (3510), según la reivindicación 5, en la que, cuando 106 tonos incluidos en la unidad de recursos de 106 tonos están posicionados secuencialmente en índices 0 a 105, el primer tono piloto está posicionado en el índice 6, el segundo tono piloto está posicionado en el índice 32, el tercer tono piloto está posicionado en el índice 74 y el cuarto tono piloto está posicionado en el índice 100.

8. La STA (3510), según la reivindicación 5,

en la que la posición del primer tono piloto corresponde a una posición de uno de 2 tonos piloto incluidos en la primera unidad de recursos de 26 tonos,

5 en la que la posición del segundo tono piloto corresponde a una posición de uno de 2 tonos piloto incluidos en la segunda unidad de recursos de 26 tonos,

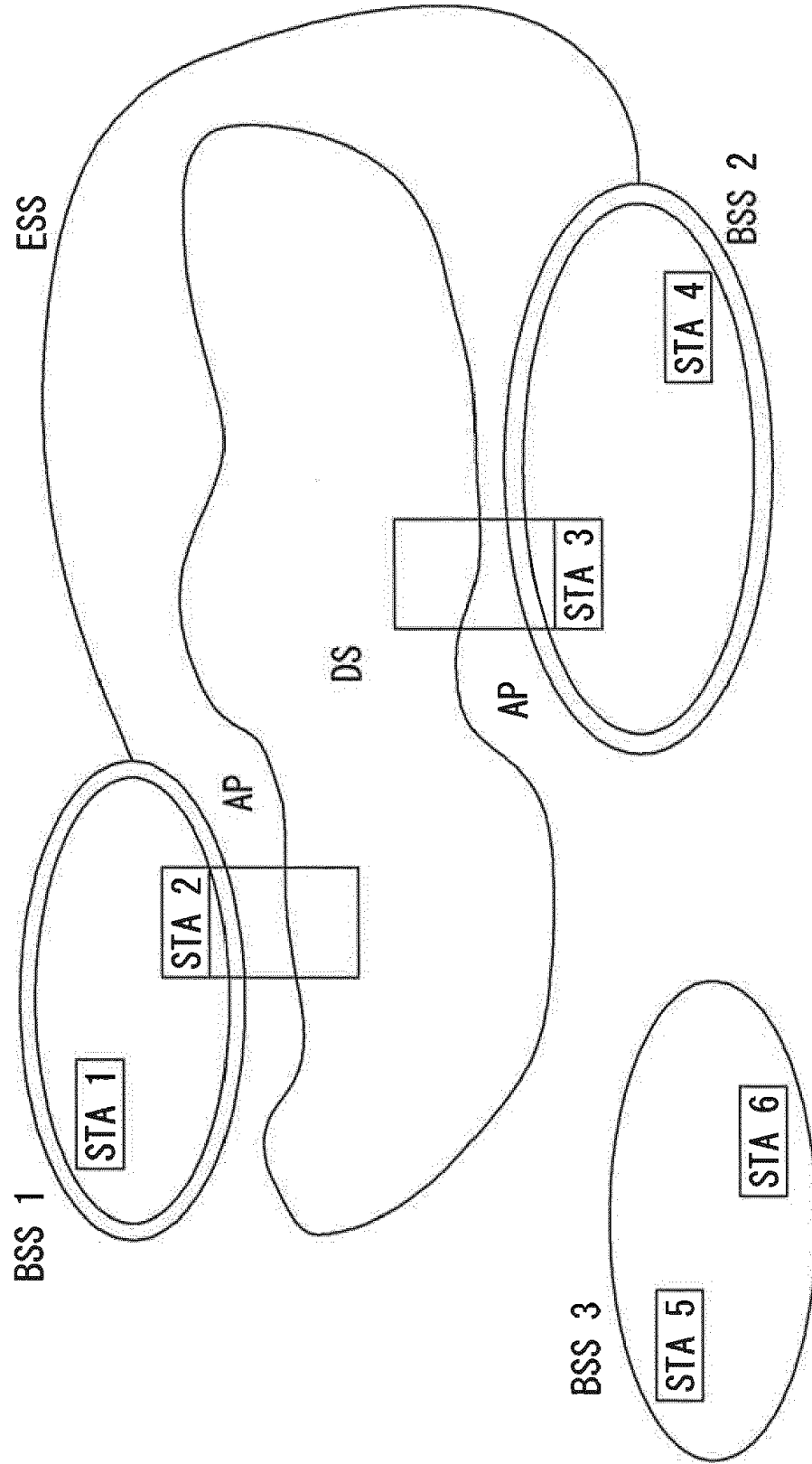
en la que la posición de los terceros tonos piloto corresponde a una posición de uno de 2 tonos piloto incluidos en la tercera unidad de recursos de 26 tonos, y

en la que la posición de los cuartos tonos piloto corresponde a una posición de uno de 2 tonos piloto incluidos en la cuarta unidad de recursos de 26 tonos.

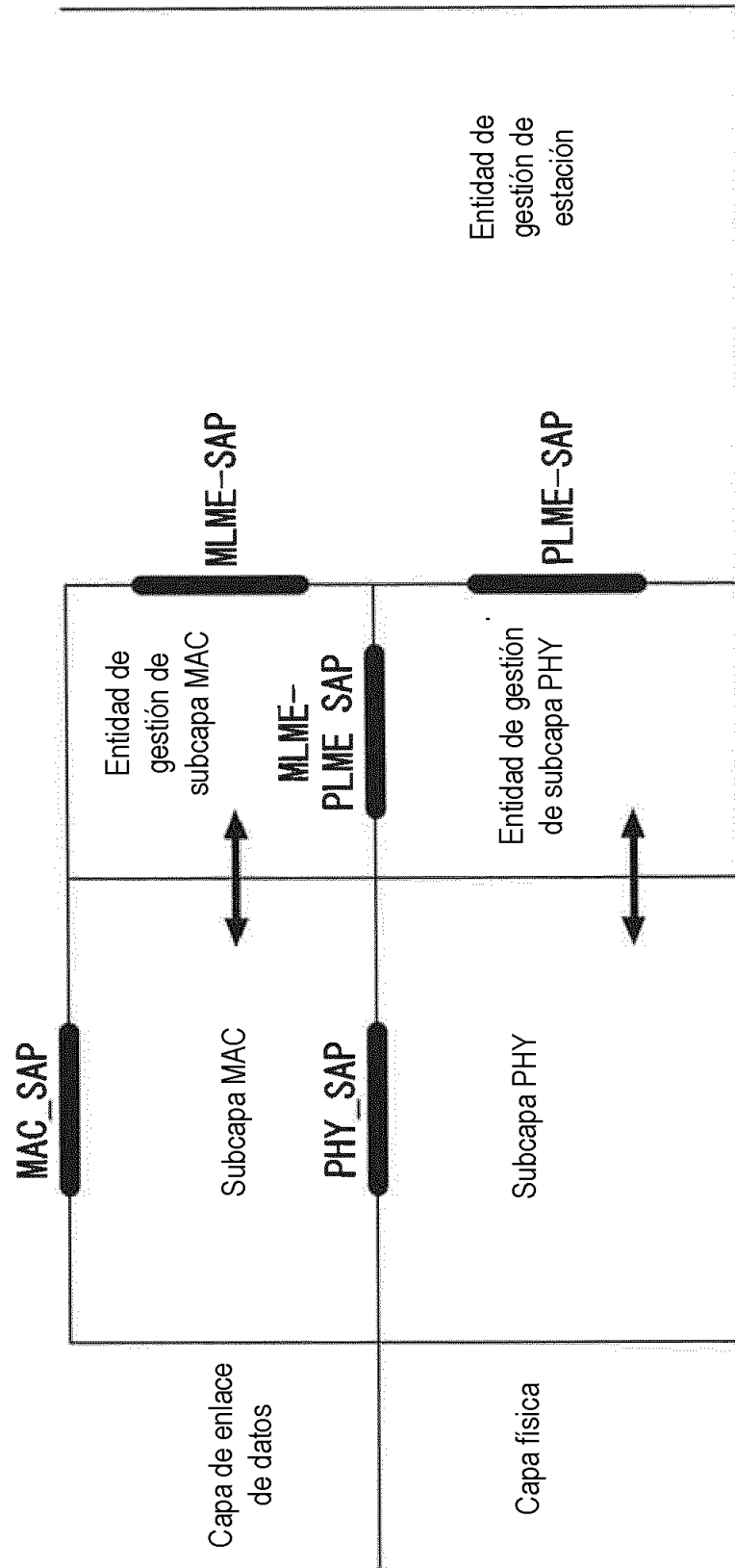
10

【Fig. 1】

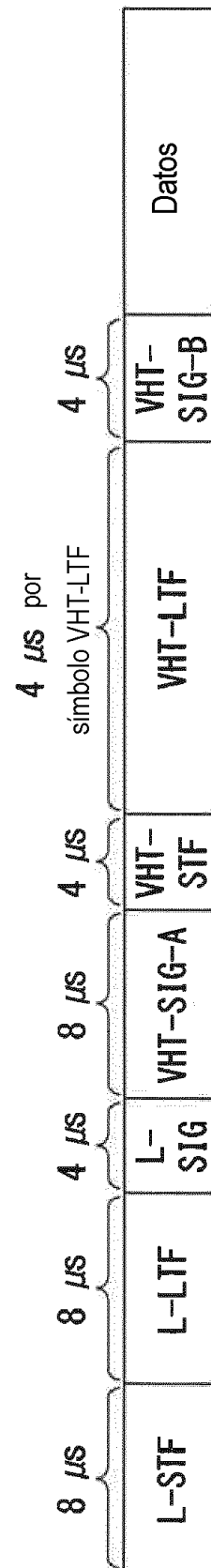
Componentes 802.11



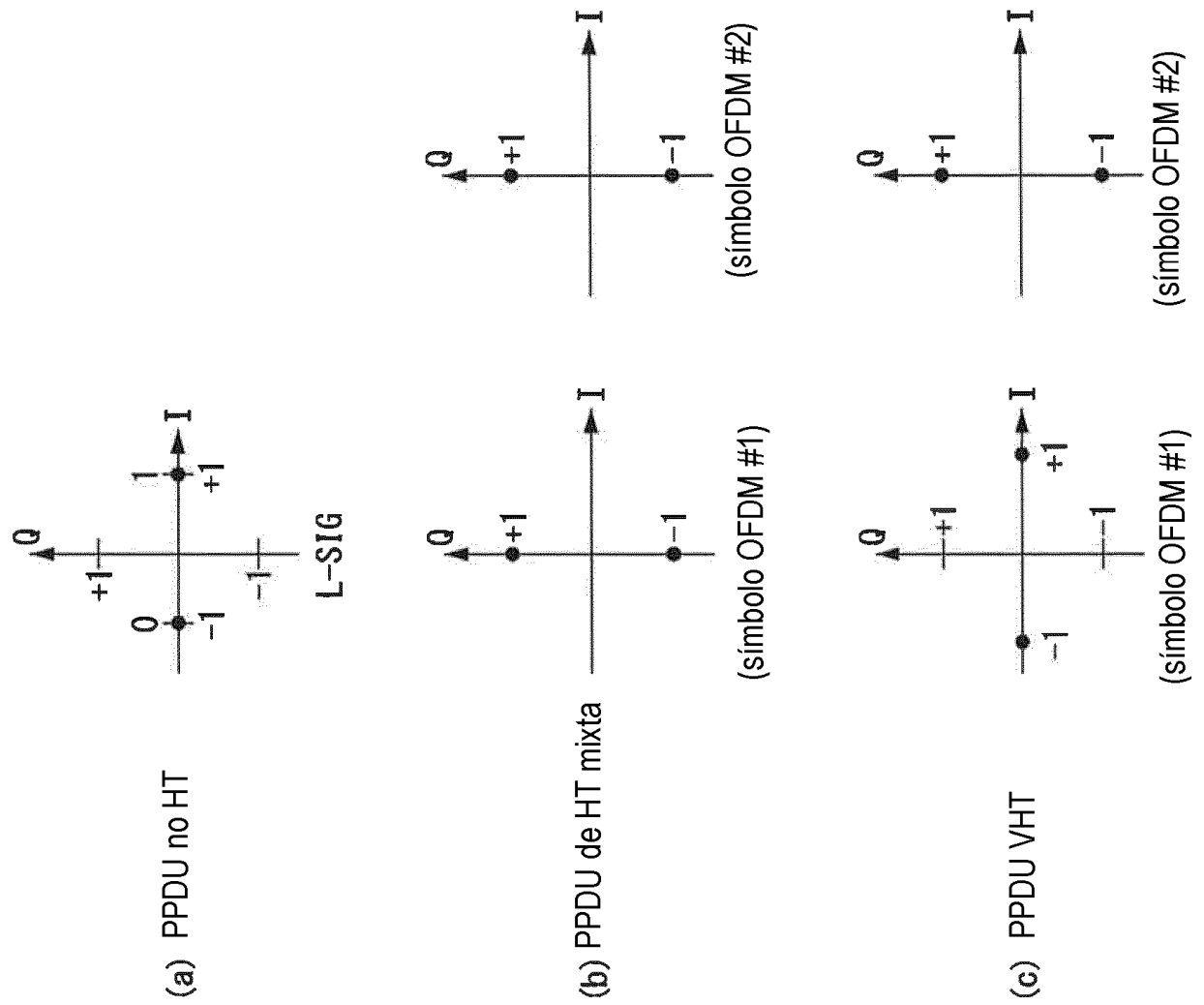
【Fig. 2】



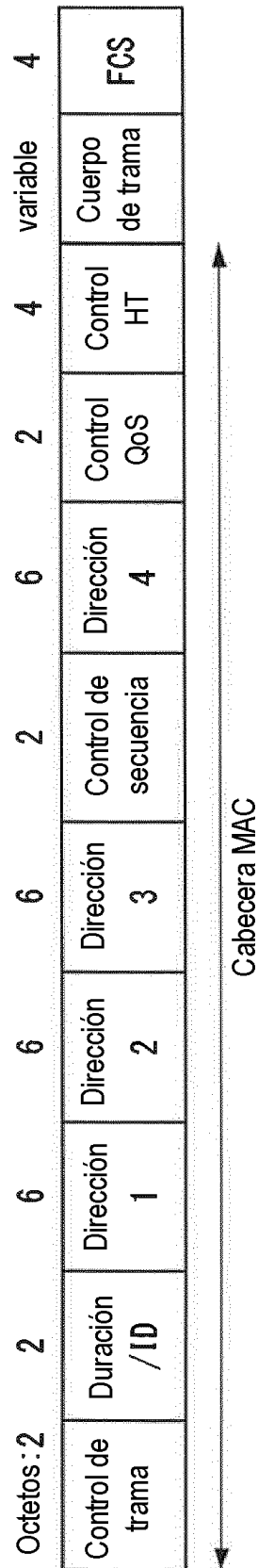
【Fig. 4】



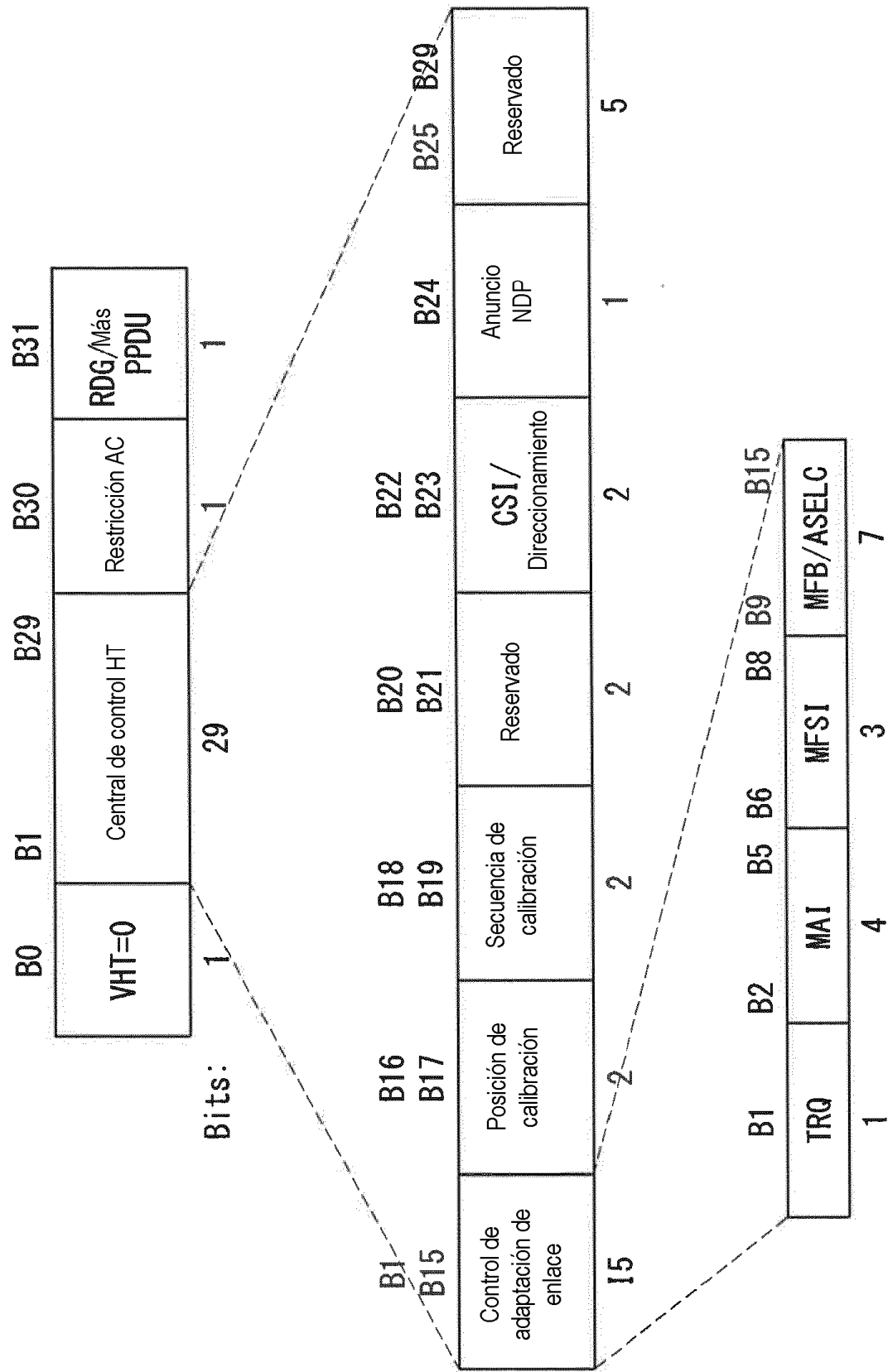
【Fig. 5】



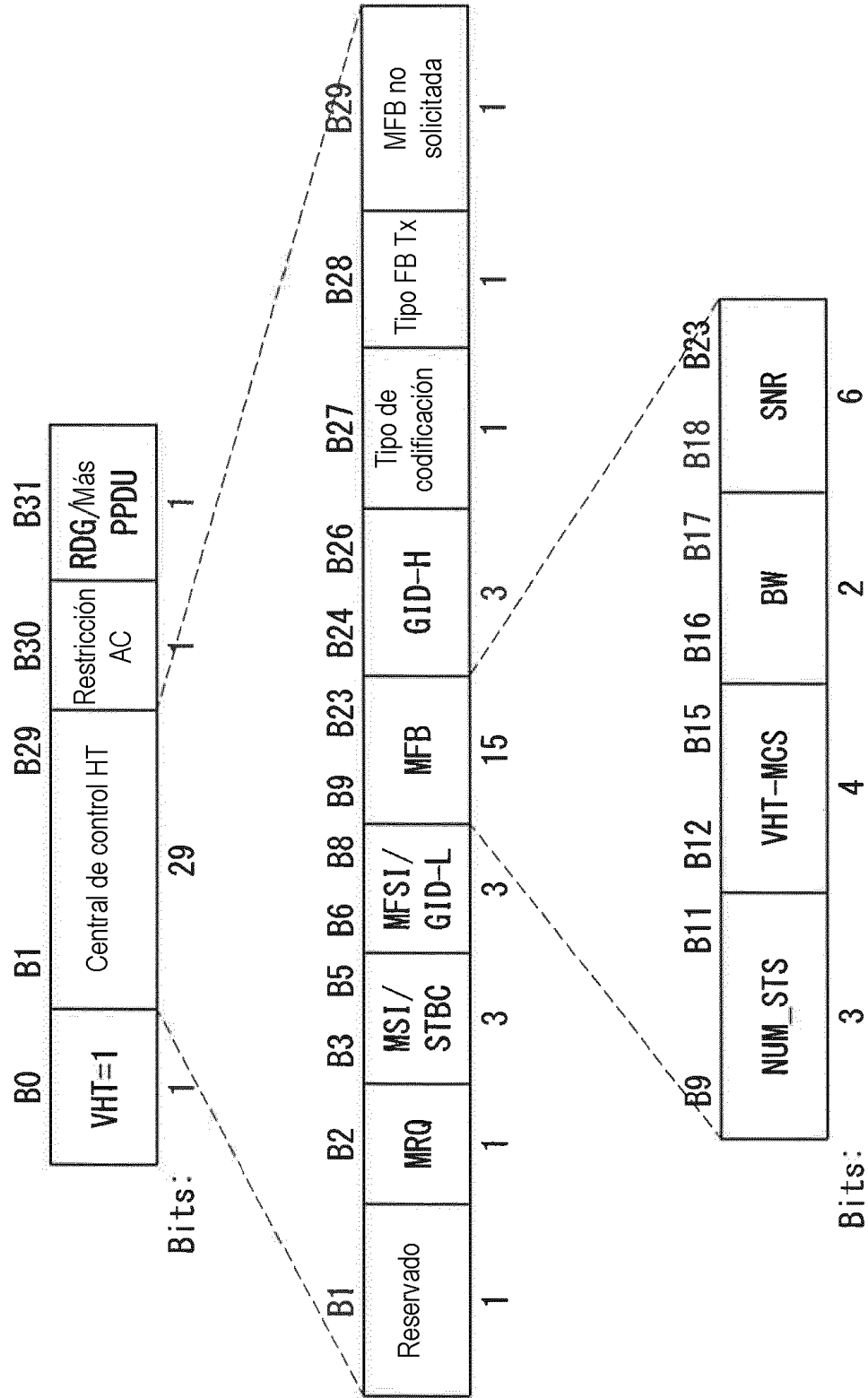
【Fig. 6】



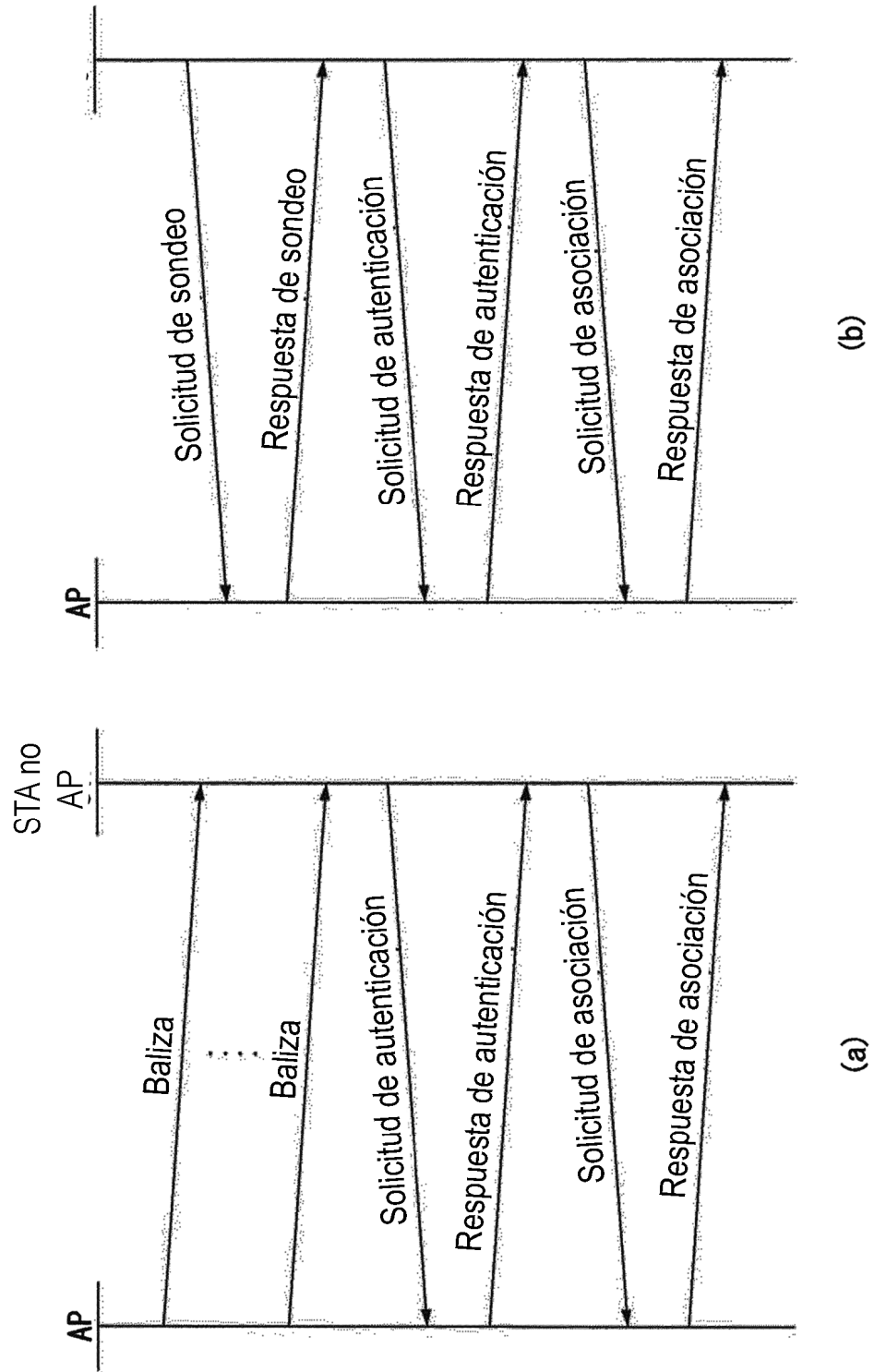
【Fig. 7】



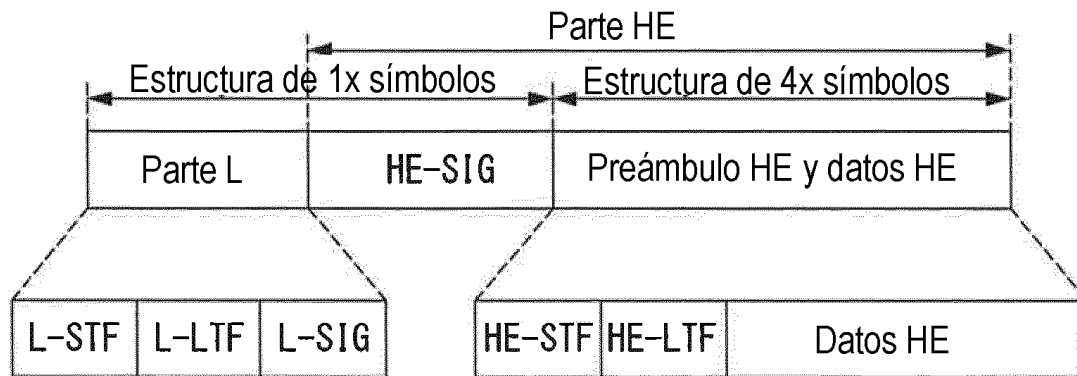
【Fig. 8】



[Fig. 9]



【Fig. 11】



【Fig. 12】

L-STF	L-LTF	L-SIG	HE-SIG A	HE-STF	HE-LTF	HE-SIG B	Datos
L-STF	L-LTF	L-SIG	HE-SIG A				
L-STF	L-LTF	L-SIG	HE-SIG A				
L-STF	L-LTF	L-SIG	HE-SIG A				

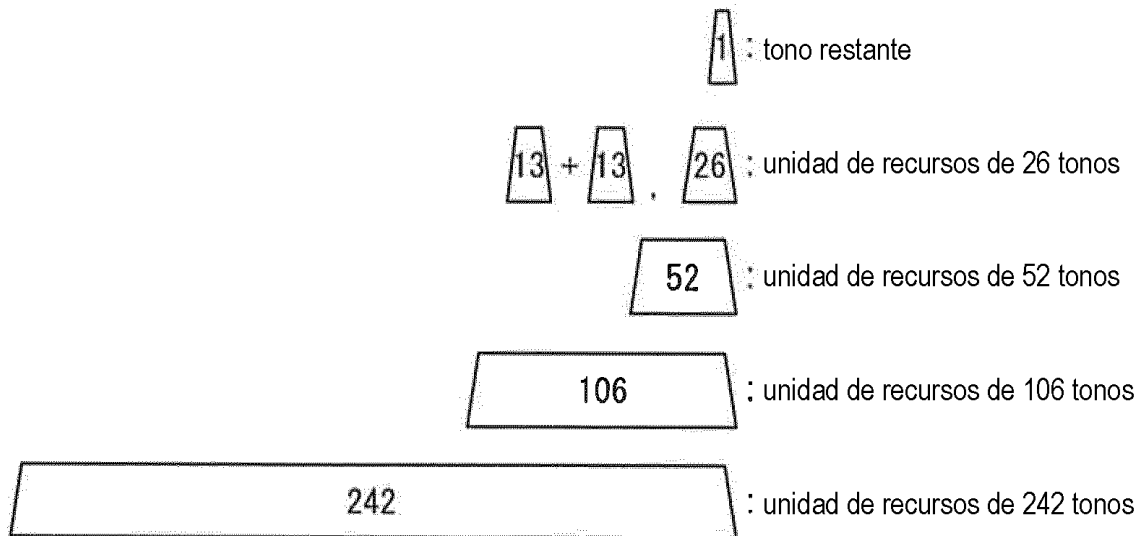
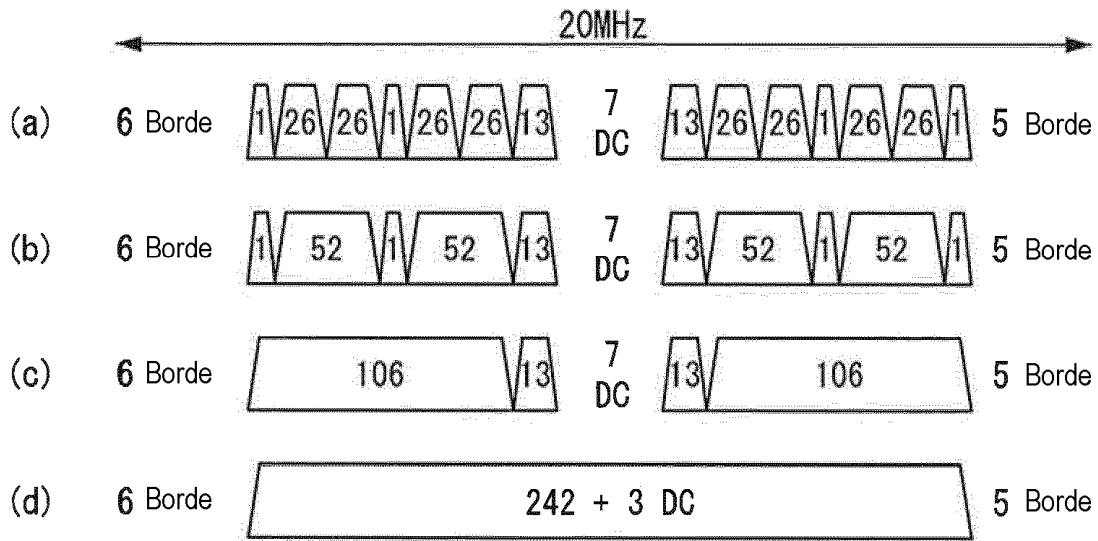
【Fig. 13】

L-STF	L-LTF	L-SIG	HE-SIG A	HE-SIG B	HE-STF	HE-LTF	Datos para STA1
L-STF	L-LTF	L-SIG	HE-SIG A		HE-STF	HE-LTF	Datos para STA2
L-STF	L-LTF	L-SIG	HE-SIG A		HE-STF	HE-LTF	Datos para STA3
L-STF	L-LTF	L-SIG	HE-SIG A		HE-STF	HE-LTF	Datos para STA4

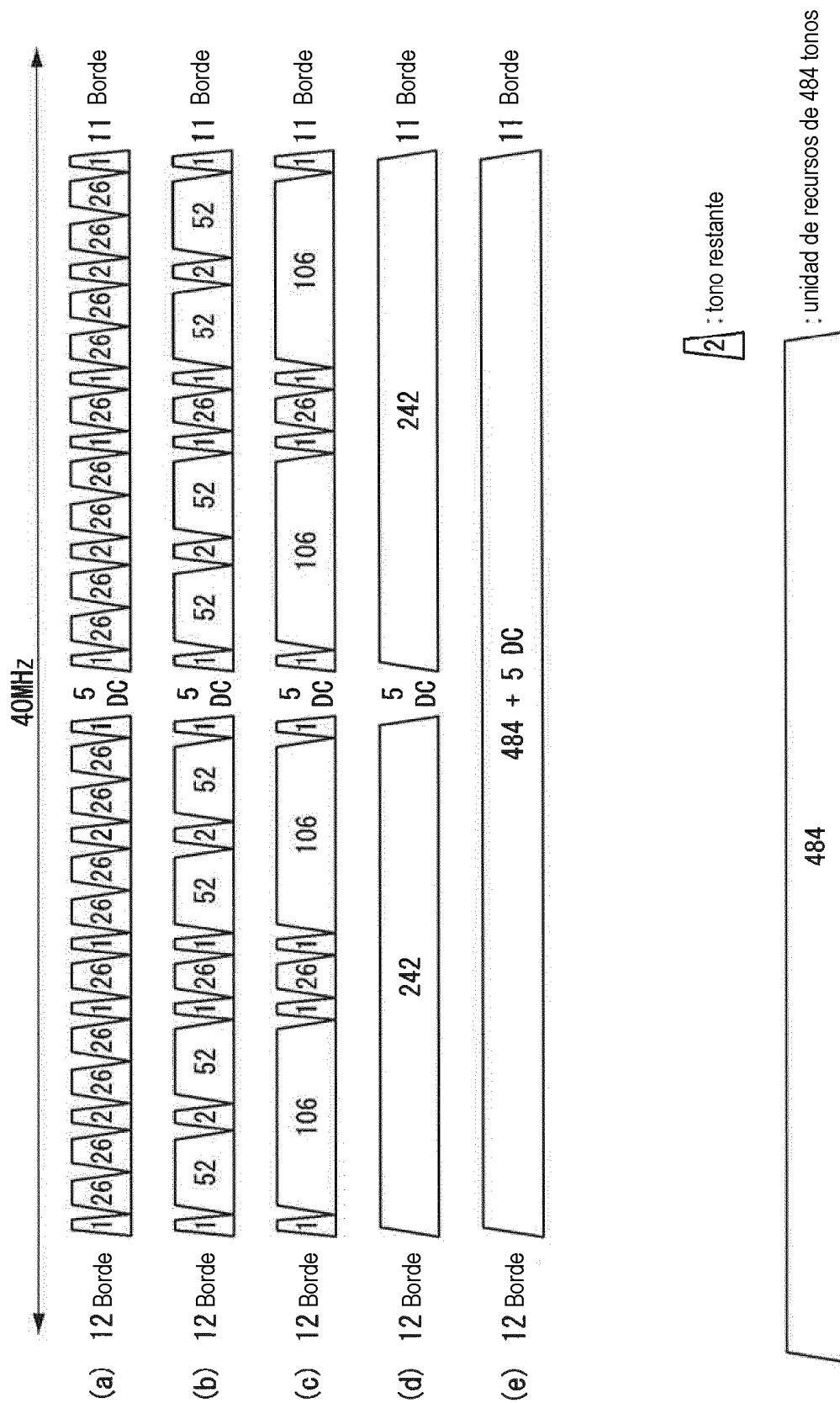
【Fig. 14】

L-STF	L-LTF	L-SIG	HE-SIG A	HE-SIG B	HE-STF	HE-LTF	Datos para STA1
L-STF	L-LTF	L-SIG	HE-SIG A	HE-SIG B	HE-STF	HE-LTF	Datos para STA2
L-STF	L-LTF	L-SIG	HE-SIG A	HE-SIG B	HE-STF	HE-LTF	Datos para STA3
L-STF	L-LTF	L-SIG	HE-SIG A	HE-SIG B	HE-STF	HE-LTF	Datos para STA4

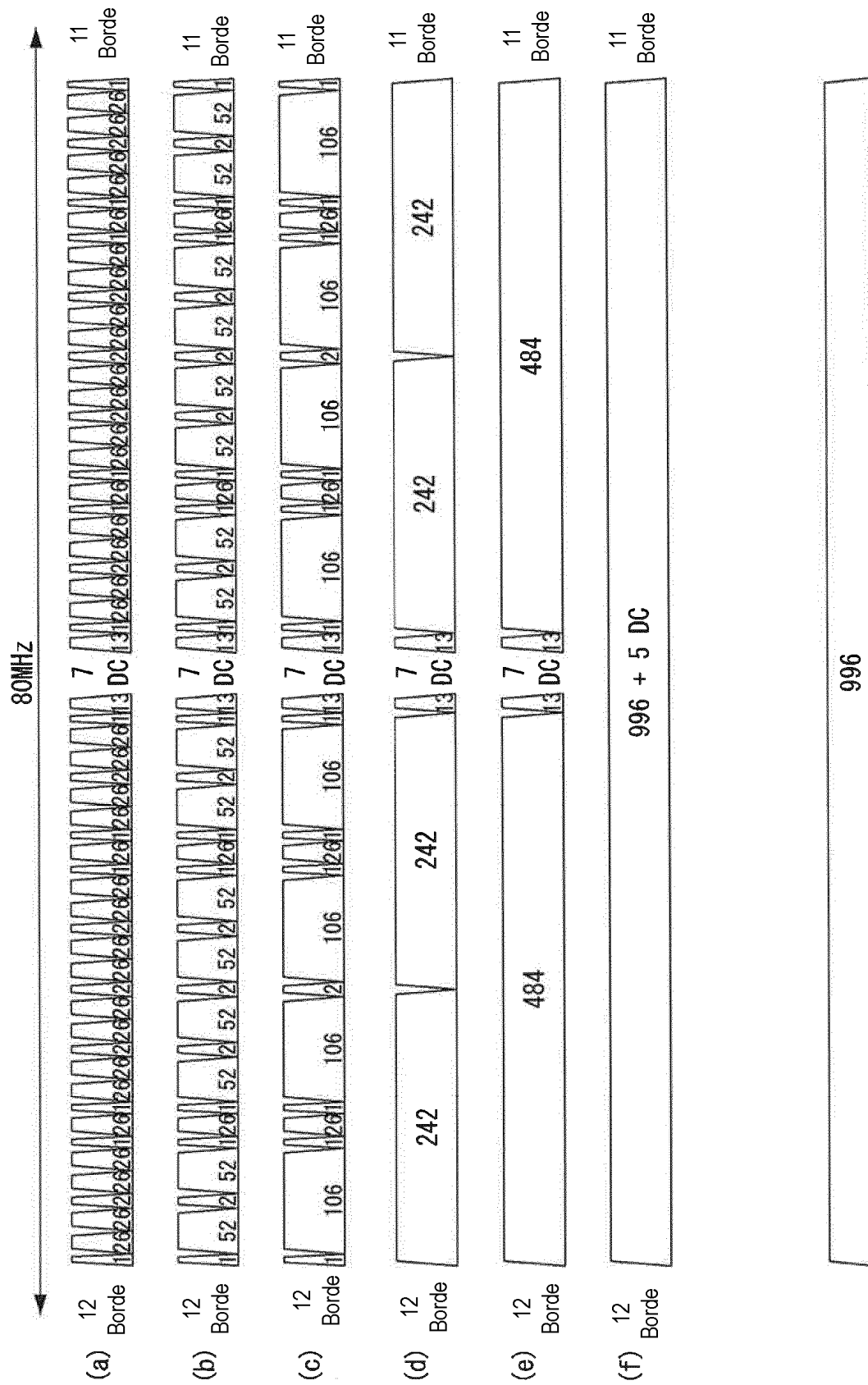
【Fig. 15】



【Fig. 16】



【Fig. 17】



* unidad de recursos de 996 tonos

【Fig. 18】

(a)

N_{STS}	i_{STS}	$\psi_{i_{STS}0}^{(N_{STS})}$	$\psi_{i_{STS}1}^{(N_{STS})}$	$\psi_{i_{STS}2}^{(N_{STS})}$	$\psi_{i_{STS}3}^{(N_{STS})}$
1	1	1	1	1	-1
2	1	1	1	-1	-1
2	2	1	-1	-1	1
3	1	1	1	-1	-1
3	2	1	-1	1	-1
3	3	-1	1	1	-1
4	1	1	1	1	-1
4	2	1	1	-1	1
4	3	1	-1	1	1
4	4	-1	1	1	1

(b)

N_{STS}	i_{STS}	$\psi_{i_{STS}0}^{(N_{STS})}$	$\psi_{i_{STS}1}^{(N_{STS})}$	$\psi_{i_{STS}2}^{(N_{STS})}$	$\psi_{i_{STS}3}^{(N_{STS})}$	$\psi_{i_{STS}4}^{(N_{STS})}$	$\psi_{i_{STS}5}^{(N_{STS})}$
1	1	1	1	1	-1	-1	1
2	1	1	1	-1	-1	-1	-1
2	2	1	1	1	-1	1	1
3	1	1	1	-1	-1	-1	-1
3	2	1	1	1	-1	1	1
3	3	1	-1	1	-1	-1	1
4	1	1	1	-1	-1	-1	-1
4	2	1	1	1	-1	1	1
4	3	1	-1	1	-1	-1	1
4	4	-1	1	1	1	-1	1

(c)

Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4	Ψ_5	Ψ_6	Ψ_7
1	1	1	-1	-1	1	1	1

【Fig. 19】

(a) $N_{STS} = 1$

i_{STS}	$\psi_{i_{STS},0}^{N_{STS},8}$	$\psi_{i_{STS},1}^{N_{STS},8}$	$\psi_{i_{STS},2}^{N_{STS},8}$	$\psi_{i_{STS},3}^{N_{STS},8}$	$\psi_{i_{STS},4}^{N_{STS},8}$	$\psi_{i_{STS},5}^{N_{STS},8}$	$\psi_{i_{STS},6}^{N_{STS},8}$	$\psi_{i_{STS},7}^{N_{STS},8}$
1	1	1	1	-1	-1	1	1	1

(b) $N_{STS} = 2$

i_{STS}	$\psi_{i_{STS},0}^{N_{STS},8}$	$\psi_{i_{STS},1}^{N_{STS},8}$	$\psi_{i_{STS},2}^{N_{STS},8}$	$\psi_{i_{STS},3}^{N_{STS},8}$	$\psi_{i_{STS},4}^{N_{STS},8}$	$\psi_{i_{STS},5}^{N_{STS},8}$	$\psi_{i_{STS},6}^{N_{STS},8}$	$\psi_{i_{STS},7}^{N_{STS},8}$
1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1
2	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1

(c) $N_{STS} = 3$

i_{STS}	$\psi_{i_{STS},0}^{N_{STS},8}$	$\psi_{i_{STS},1}^{N_{STS},8}$	$\psi_{i_{STS},2}^{N_{STS},8}$	$\psi_{i_{STS},3}^{N_{STS},8}$	$\psi_{i_{STS},4}^{N_{STS},8}$	$\psi_{i_{STS},5}^{N_{STS},8}$	$\psi_{i_{STS},6}^{N_{STS},8}$	$\psi_{i_{STS},7}^{N_{STS},8}$
1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1
2	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1
3	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1

【Fig. 20】

(a) $N_{STS} = 4$

i_{STS}	$\psi_{iSTS,0}^{NSTS,8}$	$\psi_{iSTS,1}^{NSTS,8}$	$\psi_{iSTS,2}^{NSTS,8}$	$\psi_{iSTS,3}^{NSTS,8}$	$\psi_{iSTS,4}^{NSTS,8}$	$\psi_{iSTS,5}^{NSTS,8}$	$\psi_{iSTS,6}^{NSTS,8}$	$\psi_{iSTS,7}^{NSTS,8}$
1	1	1	1	-1	-1	1	1	1
2	1	1	-1	1	1	-1	1	1
3	1	-1	1	1	1	1	-1	1
4	-1	1	1	1	1	1	1	-1

(b) $N_{STS} = 5$

i_{STS}	$\psi_{iSTS,0}^{NSTS,8}$	$\psi_{iSTS,1}^{NSTS,8}$	$\psi_{iSTS,2}^{NSTS,8}$	$\psi_{iSTS,3}^{NSTS,8}$	$\psi_{iSTS,4}^{NSTS,8}$	$\psi_{iSTS,5}^{NSTS,8}$	$\psi_{iSTS,6}^{NSTS,8}$	$\psi_{iSTS,7}^{NSTS,8}$
1	1	1	1	-1	-1	1	1	1
2	1	1	-1	1	1	-1	1	1
3	1	-1	1	1	1	1	-1	1
4	-1	1	1	1	1	1	1	-1
5	1	1	1	-1	1	-1	-1	-1

【Fig. 21】

(a) $N_{STS} = 6$

i_{STS}	$\psi_{iSTS,0}^{N_{STS},8}$	$\psi_{iSTS,1}^{N_{STS},8}$	$\psi_{iSTS,2}^{N_{STS},8}$	$\psi_{iSTS,3}^{N_{STS},8}$	$\psi_{iSTS,4}^{N_{STS},8}$	$\psi_{iSTS,5}^{N_{STS},8}$	$\psi_{iSTS,6}^{N_{STS},8}$	$\psi_{iSTS,7}^{N_{STS},8}$
1	1	1	1	-1	-1	1	1	1
2	1	1	-1	1	1	-1	1	1
3	1	-1	1	1	1	1	-1	1
4	-1	1	1	1	1	1	1	-1
5	1	1	1	-1	1	-1	-1	-1
6	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1

(b) $N_{STS} = 7$

i_{STS}	$\psi_{iSTS,0}^{N_{STS},8}$	$\psi_{iSTS,1}^{N_{STS},8}$	$\psi_{iSTS,2}^{N_{STS},8}$	$\psi_{iSTS,3}^{N_{STS},8}$	$\psi_{iSTS,4}^{N_{STS},8}$	$\psi_{iSTS,5}^{N_{STS},8}$	$\psi_{iSTS,6}^{N_{STS},8}$	$\psi_{iSTS,7}^{N_{STS},8}$
1	1	1	1	-1	-1	1	1	1
2	1	1	-1	1	1	-1	1	1
3	1	-1	1	1	1	1	-1	1
4	-1	1	1	1	1	1	1	-1
5	1	1	1	-1	1	-1	-1	-1
6	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1
7	1	-1	1	1	-1	-1	1	-1

【Fig. 22】

 $N_{STS} = 8$

i_{STS}	$\psi_{i_{STS},0}^{N_{STS},8}$	$\psi_{i_{STS},1}^{N_{STS},8}$	$\psi_{i_{STS},2}^{N_{STS},8}$	$\psi_{i_{STS},3}^{N_{STS},8}$	$\psi_{i_{STS},4}^{N_{STS},8}$	$\psi_{i_{STS},5}^{N_{STS},8}$	$\psi_{i_{STS},6}^{N_{STS},8}$	$\psi_{i_{STS},7}^{N_{STS},8}$
1	1	1	1	-1	-1	1	1	1
2	1	1	-1	1	1	-1	1	1
3	1	-1	1	1	1	1	-1	1
4	-1	1	1	1	1	1	1	-1
5	1	1	1	-1	1	-1	-1	-1
6	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1
7	1	-1	1	1	-1	-1	1	-1
8	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1

【Fig. 23】

índice	grupo A	grupo B	grupo C
1	{1 1 1 -1}	{1 1 1 1}	{-1 -1 -1 -1}
2	{1 1 -1 1}	{1 1 -1 -1}	{-1 -1 1 1}
3	{1 -1 1 1}	{1 -1 -1 1}	{-1 1 1 -1}
4	{-1 1 1 1}	{1 -1 1 -1}	{-1 1 -1 1}

【Fig. 24】

$$N_{STS} = 1$$

(a)

i_{STS}	$\psi_{i_{STS},0}^{N_{STS},2}$	$\psi_{i_{STS},1}^{N_{STS},2}$
1	-1	1

(b)

i_{STS}	$\psi_{i_{STS},0}^{N_{STS},2}$	$\psi_{i_{STS},1}^{N_{STS},2}$
1	1	-1

【Fig. 25】

$$N_{\text{STS}} = 2$$

(a)

i_{STS}	$\psi_{i_{\text{STS},0}}^{\text{NSTS},2}$	$\psi_{i_{\text{STS},1}}^{\text{NSTS},2}$
i	-1	1
i^c	1	1

(b)

i_{STS}	$\psi_{i_{\text{STS},0}}^{\text{NSTS},2}$	$\psi_{i_{\text{STS},1}}^{\text{NSTS},2}$
i	1	-1
i^c	1	1

(c)

i_{STS}	$\psi_{i_{\text{STS},0}}^{\text{NSTS},2}$	$\psi_{i_{\text{STS},1}}^{\text{NSTS},2}$
i	-1	1
i^c	1	-1

【Fig. 26】

$$N_{\text{STS}} = 1$$

i_{STS}	$\psi_{i_{\text{STS}},0}^{\text{NSTS},4}$	$\psi_{i_{\text{STS}},1}^{\text{NSTS},4}$	$\psi_{i_{\text{STS}},2}^{\text{NSTS},4}$	$\psi_{i_{\text{STS}},3}^{\text{NSTS},4}$
1	1	1	1	-1

$$N_{\text{STS}} = 2$$

i_{STS}	$\psi_{i_{\text{STS}},0}^{\text{NSTS},4}$	$\psi_{i_{\text{STS}},1}^{\text{NSTS},4}$	$\psi_{i_{\text{STS}},2}^{\text{NSTS},4}$	$\psi_{i_{\text{STS}},3}^{\text{NSTS},4}$
1	1	1	-1	-1
2	1	-1	-1	1

$$N_{\text{STS}} = 3$$

i_{STS}	$\psi_{i_{\text{STS}},0}^{\text{NSTS},4}$	$\psi_{i_{\text{STS}},1}^{\text{NSTS},4}$	$\psi_{i_{\text{STS}},2}^{\text{NSTS},4}$	$\psi_{i_{\text{STS}},3}^{\text{NSTS},4}$
1	1	1	-1	-1
2	1	-1	1	-1
3	-1	1	1	-1

【Fig. 27】

$$N_{\text{STS}} = 4$$

i_{STS}	$\psi_{i_{\text{STS}},0}^{\text{NSTS},4}$	$\psi_{i_{\text{STS}},1}^{\text{NSTS},4}$	$\psi_{i_{\text{STS}},2}^{\text{NSTS},4}$	$\psi_{i_{\text{STS}},3}^{\text{NSTS},4}$
1	1	1	1	-1
2	1	1	-1	1
3	1	-1	1	1
4	-1	1	1	1

【Fig. 28】

índice	grupo A	grupo B
1	{1 1}	{-1 -1}
2	{1 -1}	{1 -1}
3	{-1 1}	{-1 1}

【Fig. 29】

$$N_{STS} = 1$$

i_{STS}	$\Psi_{i_{STS},0}^{N_{STS},6}$	$\Psi_{i_{STS},1}^{N_{STS},6}$	$\Psi_{i_{STS},2}^{N_{STS},6}$	$\Psi_{i_{STS},3}^{N_{STS},6}$	$\Psi_{i_{STS},4}^{N_{STS},6}$	$\Psi_{i_{STS},5}^{N_{STS},6}$
1	1	1	1	-1	-1	1

$$N_{STS} = 2$$

i_{STS}	$\Psi_{i_{STS},0}^{N_{STS},6}$	$\Psi_{i_{STS},1}^{N_{STS},6}$	$\Psi_{i_{STS},2}^{N_{STS},6}$	$\Psi_{i_{STS},3}^{N_{STS},6}$	$\Psi_{i_{STS},4}^{N_{STS},6}$	$\Psi_{i_{STS},5}^{N_{STS},6}$
1	1	1	-1	-1	-1	-1
2	1	1	1	-1	1	1

$$N_{STS} = 3$$

i_{STS}	$\Psi_{i_{STS},0}^{N_{STS},6}$	$\Psi_{i_{STS},1}^{N_{STS},6}$	$\Psi_{i_{STS},2}^{N_{STS},6}$	$\Psi_{i_{STS},3}^{N_{STS},6}$	$\Psi_{i_{STS},4}^{N_{STS},6}$	$\Psi_{i_{STS},5}^{N_{STS},6}$
1	1	1	-1	-1	-1	-1
2	1	1	1	-1	1	1
3	1	-1	1	-1	-1	1

【Fig. 30】

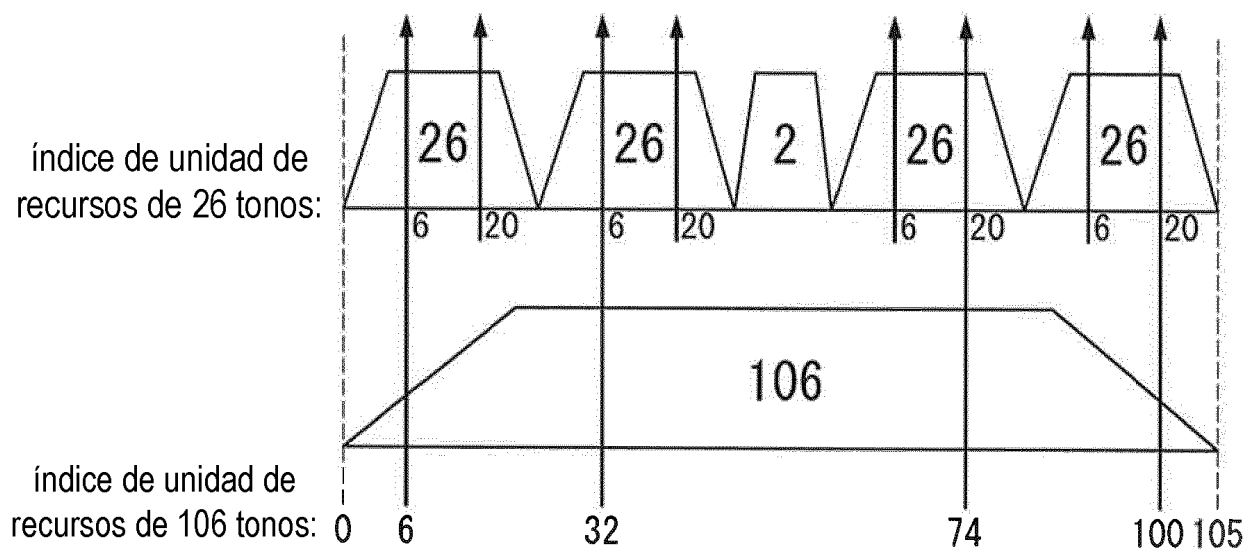
$$N_{STS} = 4$$

i_{STS}	$\Psi_{i_{STS},0}^{N_{STS},6}$	$\Psi_{i_{STS},1}^{N_{STS},6}$	$\Psi_{i_{STS},2}^{N_{STS},6}$	$\Psi_{i_{STS},3}^{N_{STS},6}$	$\Psi_{i_{STS},4}^{N_{STS},6}$	$\Psi_{i_{STS},5}^{N_{STS},6}$
1	1	1	-1	-1	-1	-1
2	1	1	1	-1	1	1
3	1	-1	1	-1	-1	1
4	-1	1	1	1	-1	1

【Fig. 31】

índice	grupo A	grupo B	grupo C
1	{1 1}	{1 1}	{1 1}
2	{-1 -1}	{-1 -1}	{-1 -1}
3	{1 -1}	{1 -1}	{1 -1}
4	{-1 1}	{-1 1}	{-1 1}

【Fig. 32】



【Fig. 33】

i_{STS}	$\psi_{iSTS,0}^{NSTS,8}$	$\psi_{iSTS,1}^{NSTS,8}$	$\psi_{iSTS,2}^{NSTS,8}$	$\psi_{iSTS,3}^{NSTS,8}$	$\psi_{iSTS,4}^{NSTS,8}$	$\psi_{iSTS,5}^{NSTS,8}$	$\psi_{iSTS,6}^{NSTS,8}$	$\psi_{iSTS,7}^{NSTS,8}$
1	0	1	0	0	-1	0	0	0
2	1	0	-1	1	0	-1	-1	1

(a)

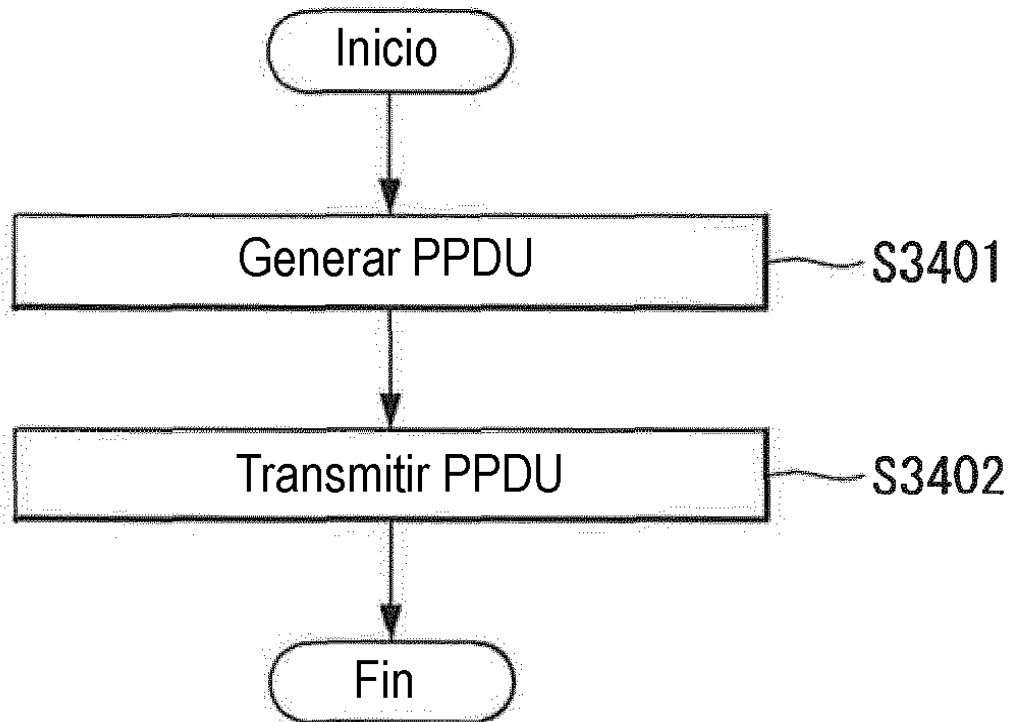
i_{STS}	$\psi_{iSTS,0}^{NSTS,8}$	$\psi_{iSTS,1}^{NSTS,8}$	$\psi_{iSTS,2}^{NSTS,8}$	$\psi_{iSTS,3}^{NSTS,8}$	$\psi_{iSTS,4}^{NSTS,8}$	$\psi_{iSTS,5}^{NSTS,8}$	$\psi_{iSTS,6}^{NSTS,8}$	$\psi_{iSTS,7}^{NSTS,8}$
1	1	1	-1	-1	0	0	0	0
2	0	0	0	0	1	-1	-1	1

(b)

i_{STS}	$\psi_{iSTS,0}^{NSTS,8}$	$\psi_{iSTS,1}^{NSTS,8}$	$\psi_{iSTS,2}^{NSTS,8}$	$\psi_{iSTS,3}^{NSTS,8}$	$\psi_{iSTS,4}^{NSTS,8}$	$\psi_{iSTS,5}^{NSTS,8}$	$\psi_{iSTS,6}^{NSTS,8}$	$\psi_{iSTS,7}^{NSTS,8}$
1	1	1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	-1	1	1	-1	-1	1

(c)

【Fig. 34】



【Fig. 35】

