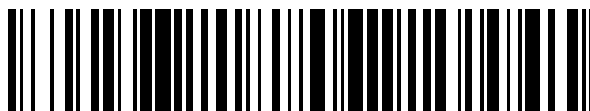


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 808 858**

51 Int. Cl.:

H04L 27/26

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.06.2016** **PCT/US2016/037569**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.12.2016** **WO16205327**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.06.2016** **E 16732853 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.04.2020** **EP 3308513**

54 Título: **Seguimiento de la fase en campos de entrenamiento**

30 Prioridad:

15.06.2015 US 201562180030 P
02.07.2015 US 201562188331 P
08.07.2015 US 201562190245 P
14.06.2016 US 201615182551

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.03.2021

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

YANG, LIN;
TIAN, BIN y
TIAN, TAO

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 808 858 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

Seguimiento de la fase en campos de entrenamiento

5 Reivindicación de prioridad en virtud del artículo 35 u.s.c. §119

Campo de la divulgación

10 **[0001]** Esta aplicación reivindica prioridad de la solicitud de los Estados Unidos n.º 15/182.551, presentada el 14 de junio de 2016, que reivindica beneficio de la solicitud de patente provisional de los Estados Unidos n.º de serie 62/180.030 (número de expediente de abogado 154012USL), presentada el 15 de junio de 2015, 62/188.331 (número de expediente de abogado 154012USL02), presentada el 2 de julio de 2015, y 62/190.245 (número de expediente de abogado 154012USL03), presentada el 8 de julio de 2015, cada una asignada al cesionario de la misma.

15 ANTECEDENTES

Campo de la divulgación

20 **[0002]** Determinados aspectos de la presente divulgación se refieren, en general, a comunicaciones inalámbricas y, más particularmente, al seguimiento de la fase a medida que los campos de entrenamiento crecen en la duración del símbolo.

Descripción de la técnica relacionada

25 **[0003]** Las redes de comunicación inalámbrica están ampliamente implantadas para proporcionar diversos servicios de comunicación, tales como voz, vídeo, datos en paquetes, mensajería, radiodifusión etc. Estas redes inalámbricas pueden ser redes de acceso múltiple, que pueden prestar soporte a múltiples usuarios compartiendo los recursos de red disponibles. Los ejemplos de dichas redes de acceso múltiple incluyen redes de acceso múltiple por división de código (CDMA), redes de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), redes de acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), redes de FDMA ortogonal (OFDMA) y redes de FDMA de portadora única (SC-FDMA).

35 **[0004]** Con el fin de abordar el deseo de una mayor cobertura y un mayor alcance de comunicación, están desarrollándose diversos esquemas. Uno de dichos esquemas es el intervalo de frecuencias por debajo de 1 GHz (por ejemplo, el que funciona en el intervalo entre 902 y 928 MHz en Estados Unidos), que está siendo desarrollado por el grupo de trabajo 802.11ah del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE). Este desarrollo está motivado por el deseo de utilizar un intervalo de frecuencias que tenga mayor alcance inalámbrico que los intervalos inalámbricos asociados a intervalos de frecuencias de otras tecnologías de la norma IEEE 802.11 y con potencialmente menos problemas asociados a las pérdidas en el trayecto debidas a obstrucciones.

40 **[0005]** El documento US 2013/107893 A1 se refiere a un procedimiento para generar una unidad de datos de capa física (PHY) para la transmisión a través de un canal de comunicación, la unidad de datos que se genera para incluir un primer campo de entrenamiento largo cuando la unidad de datos será transmitida en un modo normal. La unidad de datos se genera para incluir un segundo campo de entrenamiento largo cuando la unidad de datos será transmitida en un modo de ancho de banda bajo. El primer campo de entrenamiento y el segundo campo de entrenamiento están configurados de manera que un dispositivo de recepción puede detectar automáticamente si la unidad de datos se corresponde con el modo de ancho de banda bajo o el modo normal.

50 **[0006]** El documento US 2013/315163 A1 se refiere a un procedimiento para generar señales OFDM que se implementa en un dispositivo que funciona de acuerdo con un protocolo de comunicación. El protocolo define unidades de datos en modo no duplicado que corresponden a canales de un único componente de un canal BSS, y unidades de datos en modo no duplicado que corresponden a conjuntos de canales de componentes adyacentes.

55 **[0007]** El documento US 2012/320889 A1 se refiere a un procedimiento que incluye generar preámbulos primero y segundo para las unidades de datos primera y segunda correspondientes a los modos de PHY primero y segundo, respectivamente. Generar el primer preámbulo incluye generar un primer campo STF, LTF y SIG. El primer campo SIG incluye un símbolo de OFDM modulado de acuerdo con una primera técnica de modulación. El símbolo de OFDM comienza un primer intervalo de tiempo y finaliza un segundo intervalo de tiempo, después de que comienza el primer LTF. Generar el segundo preámbulo incluye generar un segundo STF y LTF. El segundo STF tiene una duración mayor y una secuencia de repetición diferente que el primer STF. El segundo LTF incluye un segundo símbolo de OFDM modulado de acuerdo con una segunda técnica de modulación, y que ocupa al menos parcialmente una ubicación que comienza un tercer intervalo de tiempo y termina un cuarto intervalo de tiempo, después de que comienza el segundo LTF. Los intervalos de tiempo tercero y cuarto son iguales a los intervalos de tiempo primero y segundo, respectivamente.

BREVE EXPLICACIÓN

[0008] Cada uno de los sistemas, procedimientos y dispositivos de la divulgación tiene varios aspectos, ninguno de los cuales es el único responsable de sus atributos deseables. Sin limitar el alcance de la presente divulgación, según lo expresado por las reivindicaciones siguientes, ahora se analizarán brevemente algunos rasgos característicos. Tras considerar este análisis y, en particular, tras leer la sección titulada "Descripción detallada", se entenderá cómo las características de la presente divulgación proporcionan ventajas que incluyen comunicaciones mejoradas en una red inalámbrica.

[0009] Aspectos de la presente divulgación proporcionan un aparato para comunicaciones inalámbricas. El aparato en general incluye un sistema de procesamiento configurado para generar una trama que tiene uno o más campos de entrenamiento con símbolos piloto en la misma para ser transmitidos por medio de uno o más tonos y una interfaz que emite la trama para su transmisión.

[0010] Aspectos de la presente divulgación proporcionan un aparato para comunicaciones inalámbricas. El aparato en general incluye una interfaz para obtener una trama que tiene uno o más campos de entrenamiento con símbolos piloto transmitidos en la misma en uno o más tonos y un sistema de procesamiento configurado para realizar la estimación del canal para la trama basándose en los campos de entrenamiento y para realizar el seguimiento de la fase basándose en los símbolos piloto.

[0011] Aspectos de la presente divulgación proporcionan un aparato para comunicaciones inalámbricas. El aparato en general incluye un sistema de procesamiento configurado para generar una trama que tiene una pluralidad de secuencias de campo de entrenamiento ortogonal, cada secuencia de campo de entrenamiento ortogonal asignada a un flujo espacial diferente y una interfaz para emitir la trama para su transmisión como una transmisión de un solo usuario (SU), una transmisión multiusuario (MU) de enlace descendente de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO), o una transmisión de acceso múltiple por división ortogonal de la frecuencia (OFDMA).

[0012] Aspectos de la presente divulgación proporcionan un aparato para comunicaciones inalámbricas. El aparato en general incluye una interfaz para obtener una trama que tiene una pluralidad de secuencias de campo de entrenamiento ortogonal, cada secuencia de campo de entrenamiento ortogonal asignada a un flujo espacial diferente, la trama obtenida como una transmisión de un solo usuario (SU), una transmisión multiusuario (MU) de enlace descendente de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO), o una transmisión de acceso múltiple por división ortogonal de la frecuencia (OFDMA) y un sistema de procesamiento configurado para realizar la estimación del canal para la trama basándose en las secuencias de campo de entrenamiento y realizar el seguimiento de la fase basándose en los símbolos piloto.

[0013] Los aspectos de la presente divulgación también proporcionan diversos procedimientos, otros aparatos y medio legible por ordenador que pueden realizar las operaciones descritas anteriormente y en el presente documento.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**[0014]**

La FIG. 1 ilustra un diagrama de una red de comunicaciones inalámbricas de ejemplo, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 2 ilustra un diagrama de bloques de un punto de acceso y de terminales de usuario de ejemplo, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 3 ilustra un diagrama de bloques de un dispositivo inalámbrico de ejemplo, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 4 ilustra una estructura de trama de ejemplo con campos de entrenamiento largos (LTF), de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 5 ilustra un diagrama de bloques de operaciones de ejemplo para comunicaciones inalámbricas mediante un aparato de transmisión, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 5A ilustra medios de ejemplo, que pueden de realizar las operaciones mostradas en la FIG. 5.

La FIG. 6 ilustra un diagrama de bloques de operaciones de ejemplo para comunicaciones inalámbricas mediante un aparato de recepción, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 6A ilustra medios de ejemplo, que pueden de realizar las operaciones mostradas en la FIG. 6.

La FIG. 7 ilustra un diagrama de bloques de operaciones de ejemplo para comunicaciones inalámbricas mediante un aparato de transmisión, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

5 La FIG. 7A ilustra medios de ejemplo, que pueden de realizar las operaciones mostradas en la FIG. 7.

La FIG. 8 ilustra un diagrama de bloques de operaciones de ejemplo para comunicaciones inalámbricas mediante un aparato de recepción, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

10 La FIG. 8A ilustra medios de ejemplo, que pueden de realizar las operaciones mostradas en la FIG. 8.

La FIG. 9 ilustra una estructura de tonos absoluta de ejemplo, agrupación, de acuerdo con aspectos de la presente divulgación.

15 Las FIG. 10-12 ilustran gráficos de ejemplo de la estructura de tonos absoluta de la FIG. 9, de acuerdo con aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 13 ilustra una tabla que resume los índices de tonos piloto para diferentes combinaciones de anchos de canal y tamaño de RU ilustradas en las FIG. 10-12.

20 La FIG. 14 ilustra una estructura de tonos absoluta de ejemplo, agrupación, de acuerdo con aspectos de la presente divulgación.

25 Las FIG. 15-17 ilustran gráficos de ejemplo de la estructura de tonos absoluta de la FIG. 9, de acuerdo con aspectos de la presente divulgación.

Las FIG. 18-20 ilustran ubicaciones de índices de tonos de ejemplo dentro de unidades de recursos, de acuerdo con aspectos de la presente divulgación.

30 **[0015]** Para facilitar la comprensión, se han usado, donde ha sido posible, números de referencia idénticos para designar elementos idénticos que son comunes a las figuras. Se contempla que los elementos divulgados en un modo de realización se puedan utilizar de forma beneficiosa en otros modos de realización sin una mención específica.

35 DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0016] Los aspectos de la presente divulgación en general se relacionan con las comunicaciones inalámbricas y, más particularmente, con las técnicas que pueden usarse para el seguimiento de la fase y/o el desplazamiento de la frecuencia portadora (CFO) para paquetes inalámbricos que utilizan duraciones de símbolos extendidas (por ejemplo, duraciones de símbolos $2x$ y/o $4x$). Las técnicas pueden ayudar a determinar qué tonos se asignan para transmitir señales piloto en los LTF que utilizan duraciones de símbolos extendidas, como los LTF de alta eficacia (HE) $2x$ y $4x$. La asignación puede definirse por lo que comúnmente se denomina un "mapa de tonos" que indica un número y una ubicación de tonos que se utilizarán para transmitir señales piloto.

45 **[0017]** El término "ejemplar" se usa en el presente documento para significar "que sirve de ejemplo, caso o ilustración". Cualquier aspecto descrito en el presente documento como "ejemplar" no ha de interpretarse necesariamente como preferente o ventajoso con respecto a otros aspectos.

[0018] Las técnicas descritas en el presente documento se pueden usar para diversos sistemas de comunicación inalámbrica de banda ancha, incluyendo sistemas de comunicación que están basados en un esquema de multiplexación ortogonal. Ejemplos de dichos sistemas de comunicación incluyen el sistema de acceso múltiple por división de espacio (SDMA), el sistema de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), el sistema de acceso múltiple por división ortogonal de la frecuencia (OFDMA) y el sistema de acceso múltiple por división de frecuencia de portadora única (SC-FDMA). Un sistema de SDMA puede utilizar direcciones suficientemente diferentes para transmitir de forma simultánea datos que pertenezcan a múltiples terminales de usuario. Un sistema de TDMA puede permitir que múltiples terminales de usuario compartan el mismo canal de frecuencia dividiendo la señal de transmisión en ranuras de tiempo diferentes, asignándose cada ranura de tiempo a un terminal de usuario diferente. Un sistema de OFDMA utiliza multiplexación por división ortogonal de frecuencia (OFDM), que es una técnica de modulación que divide el ancho de banda de sistema global en múltiples subportadoras ortogonales. Estas subportadoras también se pueden denominar tonos, periodos, etc. Con OFDM, cada subportadora se puede modular con datos independientemente. Un sistema SC-FDMA puede utilizar FDMA intercalado (IFDMA) para transmitir en subportadoras que están distribuidas a través del ancho de banda del sistema, FDMA localizado (LFDMA) para transmitir en un bloque de subportadoras contiguas o FDMA potenciado (EFDMA) para transmitir en múltiples bloques de subportadoras contiguas. En general, los símbolos de modulación se envían en el dominio de la frecuencia con OFDM y en el dominio del tiempo con SC-FDMA.

[0019] Las enseñanzas en el presente documento se pueden incorporar en (por ejemplo, implementar dentro de o realizar por) una variedad de aparatos alámbricos o inalámbricos (por ejemplo, nodos). En algunos aspectos, un nodo inalámbrico implementado de acuerdo con las enseñanzas en el presente documento puede comprender un punto de acceso o un terminal de acceso.

[0020] Un punto de acceso ("AP") puede comprender, implementarse como, o conocerse como un nodo B, un controlador de red de radio ("RNC"), un nodo B evolucionado (eNB), un controlador de estación base ("BSC"), una estación transceptora base ("BTS"), una estación base ("BS"), una función transceptora ("TF"), un encaminador de radio, un transceptor de radio, un conjunto de servicios básicos ("BSS"), un conjunto de servicios ampliado ("ESS"), una estación base de radio ("RBS") o con alguna otra terminología.

[0021] Un terminal de acceso ("AT") puede comprender, implementarse como, o conocerse como, una estación de abonado, una unidad de abonado, una estación móvil (MS), una estación remota, un terminal remoto, un terminal de usuario (UT), un agente de usuario, un dispositivo de usuario, un equipo de usuario (UE), una estación de usuario o con alguna otra terminología. En algunas implementaciones, un terminal de acceso puede comprender un teléfono celular, un teléfono sin cables, un teléfono con protocolo de inicio de sesión ("SIP"), una estación de bucle local inalámbrico ("WLL"), un asistente personal digital ("PDA"), un dispositivo de mano que tiene capacidad de conexión inalámbrica, una estación ("STA", tal como una "STA AP" que actúa como un AP o una "STA no AP") o algún otro dispositivo de procesamiento adecuado conectado a un módem inalámbrico. Por consiguiente, uno o más aspectos que se enseñan en el presente documento se pueden incorporar a un teléfono (por ejemplo, un teléfono celular o un teléfono inteligente), un ordenador (por ejemplo, un ordenador portátil), una tableta electrónica, un dispositivo de comunicación portátil, un dispositivo informático portátil (por ejemplo, un asistente de datos personal), un dispositivo de entretenimiento (por ejemplo, un dispositivo de música o vídeo, o una radio por satélite), un dispositivo del sistema de posicionamiento global (GPS) o cualquier otro dispositivo adecuado que esté configurado para comunicarse por medio de un medio inalámbrico o por cable. En algunos aspectos, el AT puede ser un nodo inalámbrico. Dicho nodo inalámbrico puede proporcionar, por ejemplo, conectividad para, o a, una red (por ejemplo, una red de área amplia tal como Internet o una red celular) mediante un enlace de comunicación por cable o inalámbrica.

UN SISTEMA DE COMUNICACIONES INALÁMBRICAS DE EJEMPLO

[0022] La FIG. 1 ilustra un sistema 100 en el que se pueden realizar aspectos de la divulgación. Por ejemplo, cualquiera de las estaciones inalámbricas que incluyen el punto de acceso 110 y/o los terminales de usuario 120 puede estar en una red sensible al contexto (NAN). Las estaciones inalámbricas pueden intercambiar información de medición de temporización fina (FTM) para la determinación de la distancia durante un período en que las estaciones inalámbricas ya están planificadas para activarse (por ejemplo, durante una ventana de radiobúsqueda o ventana de datos) y pueden intercambiar la información de FTM usando tramas existentes (por ejemplo, tramas de asociación, tramas de activación/sondeo, tramas de solicitud de sondeo/respuesta de sondeo). En aspectos, uno de los dispositivos inalámbricos puede actuar como un intermediario de determinación de la distancia.

[0023] El sistema 100 puede ser, por ejemplo, un sistema 100 de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) de acceso múltiple, con puntos de acceso y terminales de usuario. Por motivos de simplicidad, solo se muestra un punto de acceso 110 en la FIG. 1. Un punto de acceso es, en general, una estación fija que se comunica con los terminales de usuario, y que puede denominarse también estación base, o con alguna otra terminología. Un terminal de usuario puede ser fijo o móvil y puede denominarse también estación móvil, dispositivo inalámbrico o con alguna otra terminología. El punto de acceso 110 puede comunicarse con uno o más terminales de usuario 120 en cualquier momento dado en el enlace descendente y en el enlace ascendente. El enlace descendente (es decir, el enlace directo) es el enlace de comunicación desde el punto de acceso a los terminales de usuario, y el enlace ascendente (es decir, el enlace inverso) es el enlace de comunicación desde los terminales de usuario al punto de acceso. Un terminal de usuario también se puede comunicar de igual a igual con otro terminal de usuario.

[0024] Un controlador de sistema 130 puede proporcionar coordinación y control a estos AP y/u otros sistemas. Los AP pueden gestionarse mediante el controlador de sistema 130, por ejemplo, que puede gestionar ajustes de la potencia de radiofrecuencia, los canales, la autenticación y la seguridad. El controlador de sistema 130 puede comunicarse con los AP a través de una red de retorno. Los AP también pueden comunicarse entre sí, por ejemplo, directa o indirectamente, a través de una red de retorno, inalámbrica o por cable.

[0025] Aunque porciones de la siguiente divulgación describirán terminales de usuario 120 que se pueden comunicar por medio del acceso múltiple por división de espacio (SDMA), en determinados aspectos los terminales de usuario 120 pueden incluir también algunos terminales de usuario que no admiten SDMA. Por tanto, para dichos aspectos, un AP 110 puede estar configurado para comunicarse con terminales de usuario, tanto de SDMA como no de SDMA. Este enfoque puede permitir de forma conveniente que versiones anteriores de terminales de usuario (estaciones "heredadas") permanezcan desplegadas en una empresa, ampliando su vida útil, permitiendo a la vez que se introduzcan nuevos terminales de usuario de SDMA según se considere adecuado.

[0026] El sistema 100 emplea múltiples antenas transmisoras y múltiples antenas receptoras para la transmisión de datos en el enlace descendente y en el enlace ascendente. El punto de acceso 110 está equipado con N_{ap} antenas y representa las múltiples entradas (MI) para transmisiones de enlace descendente y las múltiples salidas (MO) para transmisiones de enlace ascendente. Un conjunto de K terminales de usuario 120 seleccionados representa colectivamente las múltiples salidas para transmisiones de enlace descendente y las múltiples entradas para transmisiones de enlace ascendente. Para un SDMA puro, se desea tener $N_{ap} \geq K \geq 1$ si los flujos de símbolos de datos para los K terminales de usuario no están multiplexados en código, frecuencia o tiempo por algún medio. K puede ser mayor que N_{ap} si los flujos de símbolos de datos pueden multiplexarse usando una técnica de TDMA, canales de código diferentes con CDMA, conjuntos disjuntos de subbandas con OFDM, etc. Cada terminal de usuario seleccionado transmite datos específicos de usuario al punto de acceso y/o recibe datos específicos de usuario desde el mismo. En general, cada terminal de usuario seleccionado puede equiparse con una o múltiples antenas (es decir, $N_{ut} \geq 1$). Los K terminales de usuario seleccionados pueden tener el mismo número, o un número diferente, de antenas.

[0027] El sistema 100 puede ser un sistema de duplexado por división de tiempo (TDD) o un sistema de duplexado por división de frecuencia (FDD). En un sistema TDD, el enlace descendente y el enlace ascendente comparten la misma banda de frecuencias. En un sistema FDD, el enlace descendente y el enlace ascendente usan bandas de frecuencias diferentes. El sistema de MIMO 100 también puede usar una única portadora o múltiples portadoras para su transmisión. Cada terminal de usuario puede estar equipado con una única antena (por ejemplo, para mantener bajos los costes) o múltiples antenas (por ejemplo, cuando se pueda admitir el coste adicional). El sistema 100 también puede ser un sistema de TDMA si los terminales de usuario 120 comparten el mismo canal de frecuencia dividiendo la transmisión/recepción en ranuras de tiempo diferentes, asignándose cada ranura de tiempo a un terminal de usuario 120 diferente.

[0028] La FIG. 2 ilustra componentes ejemplares del AP 110 y del UT 120 ilustrados en la FIG. 1, que pueden usarse para implementar aspectos de la presente divulgación. Uno o más componentes del AP 110 y del UT 120 pueden usarse para poner en práctica aspectos de la presente divulgación. Por ejemplo, la antena 224, el Tx/Rx 222 y/o los procesadores 210, 220, 240, 242, del AP 110, y/o el controlador 230 o la antena 252, el Tx/Rx 254, los procesadores 260, 270, 288, y 290, y/o el controlador 280 de UT 120, se pueden usar para realizar las operaciones 700 y 700A descritas en el presente documento e ilustradas con referencia a las FIG. 7 y 7A, respectivamente, y las operaciones 900 y 900A descritas en el presente documento e ilustradas con referencia a las FIG. 9 y 9A, respectivamente.

[0029] La FIG. 2 ilustra un diagrama de bloques del punto de acceso 110 y dos terminales de usuario 120m y 120x en un sistema de MIMO 100. El punto de acceso 110 está equipado con N_t antenas 224a a 224ap. El terminal de usuario 120m está equipado con $N_{ut,m}$ antenas 252ma a 252mu, y el terminal de usuario 120x está equipado con $N_{ut,x}$ antenas 252xa a 252xu. El punto de acceso 110 es una entidad transmisora para el enlace descendente y una entidad receptora para el enlace ascendente. Cada terminal de usuario 120 es una entidad transmisora para el enlace ascendente y una entidad receptora para el enlace descendente. Como se usa en el presente documento, una "entidad transmisora" es un aparato o dispositivo que se hace funcionar de forma independiente que puede transmitir datos por medio de un canal inalámbrico, y una "entidad receptora" es un aparato o dispositivo que se hace funcionar de forma independiente que puede recibir datos por medio de un canal inalámbrico. En la descripción siguiente, el subíndice " dn " indica el enlace descendente, el subíndice " up " indica el enlace ascendente, se seleccionan N_{up} terminales de usuario para una transmisión simultánea en el enlace ascendente, se seleccionan N_{dn} terminales de usuario para una transmisión simultánea en el enlace descendente, N_{up} puede ser igual o no a N_{dn} y N_{up} y N_{dn} pueden ser valores estáticos o pueden cambiar para cada intervalo de planificación. Se puede usar la orientación de haces o alguna otra técnica de procesamiento espacial en el punto de acceso y en el terminal de usuario.

[0030] En el enlace ascendente, en cada terminal de usuario 120 seleccionado para la transmisión de enlace ascendente, un procesador de datos de transmisión (TX) 288 recibe datos de tráfico desde una fuente de datos 286 y datos de control desde un controlador 280. El controlador 280 puede acoplarse a una memoria 282. El procesador de datos de TX 288 procesa (por ejemplo, codifica, entrelaza y modula) los datos de tráfico para el terminal de usuario basándose en los esquemas de codificación y modulación asociados con la velocidad seleccionada para el terminal de usuario y proporciona un flujo de símbolos de datos. Un procesador espacial de TX 290 realiza un procesamiento espacial en el flujo de símbolos de datos y proporciona $N_{ut,m}$ flujos de símbolos de transmisión para las $N_{ut,m}$ antenas. Cada unidad transmisora (TMTR) 254 recibe y procesa (por ejemplo, convierte a analógico, amplifica, filtra y aumenta en frecuencia) un respectivo flujo de símbolos de transmisión para generar una señal de enlace ascendente. $N_{ut,m}$ unidades transmisoras 254 proporcionan $N_{ut,m}$ señales de enlace ascendente para su transmisión desde $N_{ut,m}$ antenas 252 al punto de acceso.

[0031] Pueden planificarse N_{up} terminales de usuario para una transmisión simultánea en el enlace ascendente. Cada uno de estos terminales de usuario realiza un procesamiento espacial en su flujo de símbolos de datos y transmite al punto de acceso su conjunto de flujos de símbolos de transmisión en el enlace ascendente.

[0032] En el punto de acceso 110, N_{ap} antenas 224a a 224ap reciben las señales de enlace ascendente desde todos los N_{up} terminales de usuario que transmiten en el enlace ascendente. Cada antena 224 proporciona una señal recibida a una respectiva unidad receptora (RCVR) 222. Cada unidad receptora 222 realiza un procesamiento complementario al realizado por la unidad transmisora 254 y proporciona un flujo de símbolos recibidos. Un procesador espacial de RX 240 realiza el procesamiento espacial del receptor en los N_{ap} flujos de símbolos recibidos desde las N_{ap} unidades receptoras 222 y proporciona N_{up} flujos de símbolos de datos recuperados de enlace ascendente. El procesamiento espacial del receptor se realiza de acuerdo con la inversión de la matriz de correlación del canal (CCMI), el error mínimo cuadrático medio (MMSE), la cancelación suave de interferencias (SIC) o con alguna otra técnica. Cada flujo recuperado de símbolos de datos de enlace ascendente es una estimación de un flujo de símbolos de datos transmitido por un respectivo terminal de usuario. Un procesador de datos de RX 242 procesa (por ejemplo, desmodula, desintercala y descodifica) cada flujo recuperado de símbolos de datos de enlace ascendente, de acuerdo con la velocidad usada para ese flujo, para obtener datos descodificados. Los datos descodificados para cada terminal de usuario se pueden proporcionar a un colector de datos 244 para su almacenamiento y/o a un controlador 230 para su procesamiento adicional. El controlador 230 puede acoplarse a una memoria 232.

[0033] En el enlace descendente, en el punto de acceso 110, un procesador de datos de TX 210 recibe datos de tráfico desde una fuente de datos 208 para N_{dn} terminales de usuario planificados para la transmisión de enlace descendente, datos de control desde un controlador 230 y, posiblemente, otros datos desde un planificador 234. Los diversos tipos de datos pueden ser enviados en canales de transporte diferentes. El procesador de datos de TX 210 procesa (por ejemplo, codifica, intercala y modula) los datos de tráfico para cada terminal de usuario basándose en la velocidad seleccionada para ese terminal de usuario. El procesador de datos de TX 210 proporciona N_{dn} flujos de símbolos de datos de enlace descendente para los N_{dn} terminales de usuario. Un procesador espacial de TX 220 realiza un procesamiento espacial (tal como una precodificación o conformación de haces, como se describe en la presente divulgación) en los N_{dn} flujos de símbolos de datos de enlace descendente, y proporciona N_{ap} flujos de símbolos de transmisión para las N_{ap} antenas. Cada unidad transmisora 222 recibe y procesa un respectivo flujo de símbolos de transmisión para generar una señal de enlace descendente. N_{ap} unidades transmisoras 222 proporcionan N_{ap} señales de enlace descendente para su transmisión desde N_{ap} antenas 224 a los terminales de usuario. Los datos descodificados para cada terminal de usuario se pueden proporcionar a un colector de datos 272 para su almacenamiento y/o a un controlador 280 para su procesamiento adicional.

[0034] En cada terminal de usuario 120, $N_{ut,m}$ antenas 252 reciben las N_{ap} señales de enlace descendente desde el punto de acceso 110. Cada unidad receptora 254 procesa una señal recibida desde una antena asociada 252 y proporciona un flujo de símbolos recibidos. Un procesador espacial de RX 260 realiza el procesamiento espacial del receptor en los $N_{ut,m}$ flujos de símbolos recibidos desde las $N_{ut,m}$ unidades de recepción 254 y proporciona un flujo recuperado de símbolos de datos de enlace descendente para el terminal de usuario. El procesamiento espacial del receptor se realiza de acuerdo con la CCMI, el MMSE o alguna otra técnica. Un procesador de datos de RX 270 procesa (por ejemplo, desmodula, desintercala y descodifica) el flujo recuperado de símbolos de datos de enlace descendente para obtener datos descodificados para el terminal de usuario.

[0035] En cada terminal de usuario 120, un estimador del canal 278 estima la respuesta del canal de enlace descendente y proporciona estimaciones del canal de enlace descendente, que pueden incluir estimaciones de ganancia de canal, estimaciones de SNR, varianza de ruido, etc. De manera similar, en el punto de acceso 110, un estimador del canal 228 estima la respuesta del canal de enlace ascendente y proporciona estimaciones del canal de enlace ascendente. El controlador 280 para cada terminal de usuario obtiene típicamente la matriz de filtro espacial para el terminal de usuario basándose en la matriz de respuesta del canal de enlace descendente $H_{dn,m}$ para ese terminal de usuario. El controlador 230 obtiene la matriz de filtro espacial para el punto de acceso basándose en la matriz de respuesta eficaz de canal de enlace ascendente $H_{up,eff}$. El controlador 280 para cada terminal de usuario puede enviar información de retroalimentación (por ejemplo, los autovectores, los autovalores, las estimaciones de SNR, etc., de enlace descendente y/o de enlace ascendente) al punto de acceso. Los controladores 230 y 280 controlan también el funcionamiento de diversas unidades de procesamiento en el punto de acceso 110 y en el terminal de usuario 120, respectivamente.

[0036] La FIG. 3 ilustra diversos componentes que pueden utilizarse en un dispositivo inalámbrico 302 que puede emplearse dentro del sistema de MIMO 100. El dispositivo inalámbrico 302 es un ejemplo de un dispositivo que puede estar configurado para implementar los diversos procedimientos descritos en el presente documento. Por ejemplo, el dispositivo inalámbrico puede implementar las operaciones 700 y 900 ilustradas en las FIG. 7 y 9, respectivamente. El dispositivo inalámbrico 302 puede ser un punto de acceso 110 o un terminal de usuario 120.

[0037] El dispositivo inalámbrico 302 puede incluir un procesador 304 que controla el funcionamiento del dispositivo inalámbrico 302. El procesador 304 se puede denominar también unidad central de procesamiento (CPU). La memoria 306, que puede incluir tanto memoria de solo lectura (ROM) como memoria de acceso aleatorio (RAM), proporciona instrucciones y datos al procesador 304. Una parte de la memoria 306 también puede incluir memoria de acceso aleatorio no volátil (NVRAM). El procesador 304 realiza típicamente operaciones lógicas y aritméticas basándose en instrucciones de programa almacenadas dentro de la memoria 306. Las instrucciones

en la memoria 306 pueden ser ejecutables para implementar los procedimientos descritos en el presente documento.

[0038] El dispositivo inalámbrico 302 puede incluir también una carcasa 308 que puede incluir un transmisor 310 y un receptor 312 para permitir la transmisión y la recepción de datos entre el dispositivo inalámbrico 302 y un nodo remoto. El transmisor 310 y el receptor 312 se pueden combinar formando un transceptor 314. Una única antena o una pluralidad de antenas transmisoras 316 pueden conectarse a la carcasa 308 y acoplarse eléctricamente al transceptor 314. El dispositivo inalámbrico 302 también puede incluir múltiples transmisores, múltiples receptores y múltiples transceptores (no se muestran).

[0039] El dispositivo inalámbrico 302 puede incluir también un detector de señales 318 que se puede usar con la intención de detectar y cuantificar el nivel de las señales recibidas por el transceptor 314. El detector de señales 318 puede detectar señales tales como energía total, energía por subportadora por símbolo, densidad espectral de potencia y otras señales. El dispositivo inalámbrico 302 también puede incluir un procesador de señales digitales (DSP) 320 para su uso en el procesamiento de señales.

[0040] Los diversos componentes del dispositivo inalámbrico 302 se pueden acoplar entre sí mediante un sistema de bus 322, que puede incluir un bus de potencia, un bus de señales de control y un bus de señales de estado, además de un bus de datos.

EJEMPLO DE ASIGNACIÓN DE TONOS

[0041] Como se ha descrito anteriormente, un paquete (también denominado trama) se puede comunicar a través de un medio inalámbrico utilizando una forma de onda que se modula en una banda de frecuencia fija durante un período de tiempo fijo. La banda de frecuencia puede dividirse en uno o más "tonos" y el período de tiempo puede dividirse en uno o más "símbolos". Como ejemplo ilustrativo no limitante, una banda de frecuencia de 20 MHz puede dividirse en cuatro tonos de 5 MHz y un período de 80 microsegundos puede dividirse en símbolos de veinticuatro microsegundos. Por consiguiente, un "tono" puede representar una subbanda de frecuencia incluida en una forma de onda. Un tono se puede denominar de forma alternativa subportadora. Por lo tanto, un "tono" puede ser una unidad de dominio de la frecuencia. Un "símbolo" puede ser una unidad de dominio del tiempo que representa una duración de tiempo incluida en la forma de onda. Por lo tanto, la forma de onda para un paquete inalámbrico puede visualizarse como una estructura bidimensional que incluye múltiples tonos (a menudo en un eje vertical en unidades de frecuencia) y múltiples símbolos (en un eje horizontal en unidades de tiempo).

[0042] Como ejemplo, un dispositivo inalámbrico puede recibir un paquete por medio de un canal inalámbrico de 20 megahercios (MHz) (por ejemplo, un canal que tiene un ancho de banda de 20 MHz). El dispositivo inalámbrico puede realizar una transformada rápida de Fourier (FFT) de 64 puntos para determinar 64 tonos en una forma de onda del paquete. Un subconjunto de los tonos se puede considerar "utilizable" y los tonos restantes se pueden considerar "no utilizables" (por ejemplo, pueden ser tonos de guarda, tonos de corriente continua (CC), etc.). Con objeto de ilustrar, 56 de los 64 tonos pueden ser utilizables, incluidos 52 tonos de datos y 4 tonos piloto. Para mencionar otro ejemplo, puede haber 48 tonos de datos y 4 tonos piloto. Cabe destacar que los anchos de banda de canal, las transformadas y los planes de tonos mencionados anteriormente son como ejemplo. De acuerdo con modos de realización alternativos, diferentes anchos de banda de canal (por ejemplo, 5 MHz, 6 MHz, 6,5 MHz, 40 MHz, 80 MHz, etc.), diferentes transformadas (por ejemplo, FFT de 256 puntos, FFT de 1024 puntos, etc.), y/o se pueden usar diferentes planes de tonos.

EJEMPLO DE SEGUIMIENTO DE LA FASE EN HE-LTFS

[0043] Los aspectos de la presente descripción en general proporcionan técnicas que pueden usarse para el seguimiento de la fase y/o el desplazamiento de la frecuencia portadora (CFO) para paquetes inalámbricos que utilizan duraciones de símbolos extendidas (por ejemplo, duraciones de símbolos 2x y/o 4x). Las técnicas pueden ayudar a determinar qué tonos se asignan para transmitir señales piloto en los LTF que utilizan duraciones de símbolos extendidas, como los LTF de alta eficacia (HE) 2x y 4x.

[0044] En algunas aplicaciones, se usan duraciones de símbolos más largas para diversas partes de una trama. Por ejemplo, la FIG. 4 muestra un paquete de ejemplo 400, en el que se usa una duración del símbolo más larga (por ejemplo, 2x o 4x) para HE-LTF, así como una carga útil de datos posterior. Esta duración del símbolo es mayor en relación con una duración de referencia (por ejemplo, una duración del símbolo 1x utilizada para una parte de preámbulo heredada y/o un campo HE-SIG).

[0045] Como se usan duraciones de símbolos más largas en diversas aplicaciones, pueden ser necesarios ajustes de seguimiento de la fase y desplazamiento de la frecuencia portadora (CFO) debido a diferencias entre los osciladores en los dispositivos de transmisión y recepción. El aumento en la duración del símbolo para campos de entrenamiento largos, como HE-LTF, puede hacer que sea deseable realizar el seguimiento de la fase y/o los ajustes de CFO durante la estimación del canal, dado que los HE-LTF son más largos (por ejemplo, 2x o 4x más largos) que otras duraciones de símbolos (por ejemplo, LTF definidos por 802.11ac).

[0046] Se pueden presentar ciertos desafíos cuando se trata de aplicar una numerología existente (con el término numerología en general refiriéndose o definiendo un "mapa de tonos" que especifica un número y una ubicación de tonos utilizados para transmitir datos/señales piloto). Por ejemplo, según las numerologías existentes, LTF 2x (2x una longitud de símbolo normal/de referencia) típicamente solo se llenan cada dos tonos en un símbolo de OFDM 4x (4x una longitud de símbolo normal/de referencia). Esto presenta diversas opciones para decidir cómo realizar el seguimiento de la fase, por ejemplo, para transmisiones que tienen una única fuente a realizar el seguimiento, como las transmisiones de un solo usuario (SU), transmisiones MIMO MU DL, así como transmisiones OFDMA de enlace ascendente y enlace descendente (por ejemplo, donde a los transmisores se les asignan frecuencias separadas).

[0047] Aspectos de la presente divulgación proporcionan diversas técnicas para realizar el seguimiento de la fase durante la estimación del canal usando los LTF. En algunos casos, el seguimiento de la fase se puede realizar mediante el uso de pilotos transmitidos en diversos tonos en LTF. En otros casos, el seguimiento de la fase puede realizarse sin el uso de pilotos, sino a través del uso de secuencias LTF ortogonales.

[0048] La FIG. 5 ilustra un diagrama de bloques de operaciones de ejemplo 500 para comunicaciones inalámbricas mediante un aparato de transmisión, que permite el seguimiento de la fase basado en pilotos (mediante un aparato de recepción) usando los LTF, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

[0049] Las operaciones 500 comienzan, en 502, generando una trama que tiene uno o más campos (LTF) con símbolos piloto en el mismo para ser transmitidos por medio de uno o más tonos. En 504, el aparato de transmisión emite la trama para su transmisión.

[0050] La FIG. 6 es un diagrama de bloques de operaciones de ejemplo 600 para comunicaciones inalámbricas mediante un aparato de recepción, para realizar el seguimiento de la fase basado en pilotos de acuerdo con aspectos de la presente divulgación. Por ejemplo, las operaciones 600 pueden considerarse operaciones complementarias del "lado receptor" utilizadas para procesar una trama transmitida de acuerdo con las operaciones mostradas en la FIG. 5.

[0051] Las operaciones 600 comienzan, en 602, obteniendo una trama que tiene uno o más campos (LTF) con símbolos piloto transmitidos en la misma en uno o más tonos. En 604, el aparato receptor realiza una estimación del canal para la trama basándose en los LTF y realiza un seguimiento de la fase a partir de los símbolos piloto.

[0052] De acuerdo con determinados aspectos, para el seguimiento de la fase basado en pilotos en LTF, los planes de tonos existentes pueden usarse para determinar qué ubicaciones y/o números de tonos usar para transmitir los pilotos. Por ejemplo, para LTF 4x, se puede usar un mismo plan de tonos para transmitir pilotos de flujo único (símbolos piloto del SSP o los SSP) en una porción de datos de un paquete. En este caso, se puede usar el mismo número de pilotos y ubicaciones de tonos de pilotos en LTF que en los datos.

[0053] Sin embargo, como se ha señalado anteriormente, puede haber diferentes consideraciones para los LTF 2x, por ejemplo, porque los LTF 2x pueden generarse solo al llenar cada dos tonos de un símbolo de OFDM 4x (y en los símbolos de datos 4x existentes, los tonos piloto pueden tener índices impares). Sin embargo, los aspectos de la presente divulgación pueden proporcionar un diseño piloto en LTF 2x que utiliza un número y la ubicación de los pilotos (por ejemplo, flujo único) que permite un rendimiento del seguimiento aceptable.

[0054] Se presentan diversos enfoques que satisfacen los LTF 2x donde las posiciones de los pilotos no están alineadas durante una porción de datos de un paquete y LTF. Por ejemplo, de acuerdo con un enfoque, se puede usar una numerología 2x en LTF para los pilotos. En otro enfoque, se puede usar el mismo número de pilotos que en la numerología 4x de LTF.

[0055] El uso de una numerología 2x en LTF 2x para los pilotos puede dar como resultado más de la mitad del número de tonos piloto en 4x, lo que representa un aumento en la densidad de los pilotos en relación con la numerología 4x. Como resultado, se puede esperar que este enfoque tenga un rendimiento del seguimiento de la fase no peor que LTF 4x. En este caso, puede que no sea necesario reducir aún más el número de pilotos, lo que puede evitar la necesidad de un nuevo plan de tonos pilotos. En algunos casos, el número de tonos piloto y ubicaciones de los pilotos en LTF 2x puede seguir una de las siguientes numerologías 2x:

- 80MHz: 16 pilotos y su ubicación como en 512 FFT (HE40)
- 40MHz: 8 pilotos y su ubicación como en 256 FFT (HE20)
- 20MHz: 6 pilotos y su ubicación como en 128 FFT (VHT40)
- RU (unidad de recursos) de 106 tonos: 4 pilotos y su ubicación como en una RU de 52 tonos

- RU de 52 tonos: 2 pilotos y su ubicación como en una RU de 26 tonos
- RU de 26 tonos: nuevo plan de tonos para el bloque de 13 tonos

Para el nuevo bloque de tonos (13 tonos), en algunos casos, se puede usar un único (1) tono piloto en el centro (del bloque de 13 tonos), considerando que el canal típicamente debería ser relativamente plano sobre este bloque (y la misma potencia de piloto puede usarse como 2 pilotos en una RU de 26 tonos). En otros casos, en lugar de un único tono en el medio, se pueden usar múltiples tonos piloto (por ejemplo, 2 tonos piloto en el quinto y noveno tono en ese bloque de 13 tonos), para proporcionar una mejor ganancia de diversidad y ganancia de potencia.

[0056] En algunos casos, cuando se usa una numerología 2x en LTF 2x para los pilotos, a fin de minimizar la pérdida por extrapolación en las estimaciones del canal para datos 4x, el número de tonos LTF 2x llenados con datos (utilizables) puede extenderse en (cerca de) un borde o ambos bordes. Este ejemplo de numerología puede denominarse una numerología 2x "extendida".

[0057] En algunos casos, excepto el nuevo bloque de 13 tonos para LTF 2x para RU de 26 tonos, todas las demás RU pueden usar numerologías existentes, que ya están definidas (por ejemplo, para 802.11ac/11ah). En una aplicación de este tipo, los pilotos son para el seguimiento de la fase entre LTF 2x a LTF 2x, en lugar de entre 2x a 4x, por lo que puede no haber complejidad adicional con el seguimiento de la fase. Si bien las posiciones de los pilotos pueden no estar alineadas durante los datos y el LTF, dicha alineación puede no ser necesaria, ya que el desplazamiento de fase en el símbolo de datos puede estimarse con respecto al canal estimado en lugar de los pilotos en LTF, y la interpolación del canal típicamente se necesita cuando se transmite LTF 2x.

[0058] Como se ha señalado anteriormente, en algunos casos, se puede usar el mismo número de pilotos en LTF 2x que en LTF 4x. En la numerología 4x actual, todos los tonos piloto tienen índices impares. Por lo tanto, para tener el mismo número de pilotos en LTF 2x que en 4x, las ubicaciones de los pilotos pueden cambiarse en LTF 4x para obtener un índice de tonos pares, de modo que todos puedan llenarse con datos en LTF 2x. Como se ha señalado anteriormente, cambiar las ubicaciones de los pilotos durante los datos para alinear todos los índices piloto en LTF y los datos puede no ser necesario, pero puede ayudar a mantener la consistencia en los pilotos tanto para LTF como para los datos. El uso de la misma cantidad de pilotos en LTF 2x que en LTF 4x puede generar nuevos planes de tonos pilotos para la numerología 2x y 4x. Más pilotos en LTF pueden resultar en más interpolaciones de canal necesarias para esos tonos de datos alrededor de las ubicaciones de tonos piloto.

[0059] En algunos casos, el número de tonos piloto en LTF 2x puede ser el mismo que en numerología 4x. En dichos casos, puede seguir la ubicación del piloto en LTF 2x y 4x datos (si es necesario) (índices de tonos piloto 4x existentes+1) o (índices de tonos piloto 4x existentes-1), con la ubicación exacta de los pilotos en LTF 2x igual a los índices piloto 4x modificados divididos por 2, como:

- LTF 2x para 80MHz: 16 pilotos y su ubicación es (índices de tonos piloto en 1024FFT +/- 1)/2
- LTF 2x para 40MHz: 16 pilotos y su ubicación es (índices de tonos piloto en 512FFT +/- 1)/2
- LTF 2x para 20MHz: 8 pilotos y su ubicación es (índices de tonos piloto en 256FFT +/- 1)/2
- LTF 2x para RU de 106 tonos: 4 pilotos y su ubicación es (índices de tonos piloto en una RU de 106 tonos +/- 1)/2
- LTF 2x para RU de 52 tonos: 4 pilotos y su ubicación es (índices de tonos piloto en una RU de 52 tonos +/- 1)/2
- LTF 2x para RU de 26 tonos: 2 pilotos y su ubicación es (índices de tonos piloto en una RU de 26 tonos +/- 1)/2

[0060] La FIG. 7 ilustra un diagrama de bloques de operaciones de ejemplo 700 para comunicaciones inalámbricas mediante un aparato de transmisión, que permite el seguimiento de la fase no basado en pilotos usando los LTF, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

[0061] Las operaciones 700 comienzan, en 702, generando una trama que tiene una pluralidad de secuencias de campo de entrenamiento largo (LTF) ortogonal, cada secuencia LTF ortogonal asignada a un flujo espacial diferente, que permite el seguimiento de la fase durante la estimación del canal a partir de los LTF. En 704, el aparato de transmisión emite la trama para su transmisión como una transmisión de un solo usuario (SU), una transmisión multiusuario (MU) de enlace descendente de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO), o una transmisión de acceso múltiple por división ortogonal de la frecuencia (OFDMA).

[0062] La FIG. 8 es un diagrama de bloques de operaciones de ejemplo 800 para comunicaciones inalámbricas mediante un aparato de recepción, para realizar el seguimiento de la fase no basado en pilotos de acuerdo con aspectos de la presente divulgación. Por ejemplo, las operaciones 800 pueden considerarse operaciones complementarias del "lado receptor" utilizadas para procesar una trama transmitida de acuerdo con las operaciones mostradas en la FIG. 7.

[0063] Las operaciones 800 comienzan, en 802, obteniendo una trama que tiene una pluralidad de secuencias de campo de entrenamiento largo (LTF) ortogonal, cada secuencia LTF ortogonal asignada a un flujo espacial diferente, la trama obtenida como una transmisión de un solo usuario (SU), una transmisión multiusuario (MU) de enlace descendente de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO), o una transmisión de acceso múltiple por división ortogonal de la frecuencia (OFDMA). En 804, el aparato receptor realiza al menos una de estimación del canal para el seguimiento de la trama o la fase a partir de los LTF.

[0064] Cuando se utilizan secuencias LTF ortogonales a través de flujos, se pueden asignar diferentes secuencias LTF a diferentes flujos. En este caso, todos los tonos de datos y al menos "el primero + el último" símbolos LTF pueden usarse para estimar el desplazamiento de la frecuencia portadora (CFO). Este enfoque puede ser ventajoso porque no se necesitan pilotos en LTF y puede resultar en una mayor ganancia de acumulación de un mayor número de tonos LTF en comparación con los tonos piloto en LTF. Las secuencias LTF ortogonales también pueden ser aplicables a LTF 2x y 4x.

[0065] En algunos casos, las N_{ss} secuencias LTF ortogonales pueden usarse para N_{ss} flujos (una correspondencia 1 a 1). Este enfoque puede dar como resultado una ganancia de combinación completa, pero también puede requerir que al menos N_{ss} tonos adyacentes tengan el mismo canal. En otros casos, se pueden usar menos de N_{ss} secuencias LTF ortogonales. Por ejemplo, solo se pueden usar dos secuencias LTF ortogonales: una para la primera secuencia, la otra para las secuencias restantes (por ejemplo, el resto $N_{ss}-1$). Este enfoque puede reducir la necesidad de un canal plano sobre solo dos tonos adyacentes, pero también puede producir una pérdida al promediar la deriva estimada de la fase en múltiples flujos (por ejemplo, cuando flujos > 2 para un usuario) y puede provocar una pérdida de potencia, a veces, debido a que se adhieren a una sola secuencia para el seguimiento.

[0066] En algunos escenarios, para fines de seguimiento de la fase, los pilotos de flujo único pueden proporcionar un mejor rendimiento que el LTF ortogonal, por ejemplo, para transmisiones MIMO en un canal de frecuencia selectiva en una SNR de media a alta. En dichos casos, desde el punto de vista de la interpolación de canales, la pérdida de canal alrededor de los pilotos puede ser mayor que otros tonos, pero puede no tener un impacto significativo debido a la densidad limitada de los pilotos.

[0067] En dichos casos, sin embargo, pueden emplearse determinadas técnicas para la interpolación de canales en los pilotos, cuando se conforma el haz. Dichas técnicas se pueden usar al generar una matriz de precodificación (utilizada para transmisiones de conformación de haces) basada en la retroalimentación desde un dispositivo que recibe los pilotos. En algunos casos, para suavizar el canal precodificado, la entrada de matriz de precodificación que se corresponde con un tono piloto en particular puede generarse a partir de la retroalimentación de los canales transmitidos en otros tonos. Por ejemplo, se puede generar una matriz de precodificación para un tono piloto con índice de tono n a partir de la retroalimentación del canal interpolado en dos tonos adyacentes (con índices de tonos $n-1$ y $n+1$):

$$W(H(n)) = f(H(n-1), H(n+1)).$$

[0068] En algunos casos, se puede considerar cómo colocar tonos piloto en una unidad de recursos (RU) dada, de modo que puedan usarse para LTF 2x. Un enfoque es colocar a los pilotos en todas las RU en tonos pares. En realidad, esto puede implicar el uso de dos estructuras piloto en simetría especular, lo que podría no conducir a un diseño congruente y aún requerir conocimiento de la ubicación de la RU para decidir la estructura piloto. En general, para una estructura piloto puede ser difícil o imposible lograr el objetivo de tener índices de tonos pares para todos los pilotos. En algunos casos, tanto la línea de espectro como la ubicación de RU pueden tener simetría especular.

[0069] En algunos casos, como se ha señalado anteriormente, las ubicaciones de tonos piloto pueden basarse en una estructura piloto relativa dentro de cada RU. En este caso, se pueden usar estructuras piloto separadas para LTF y datos (por ejemplo, reutilizando la numerología convencional para 2x y 4x), de manera que LTF 2x usa pilotos 2x, mientras que LTF 4x y los datos usan pilotos 4x.

[0070] Otra opción es utilizar una estructura piloto absoluta fija para toda la PPDU. En este caso, se pueden seleccionar ubicaciones de tonos piloto (por ejemplo, un dispositivo puede seleccionar) a partir de un conjunto definido de pilotos en ubicaciones de tonos fijas (por ejemplo, todas en los índices de tonos pares) en un ancho de banda de PPDU dada (por ejemplo, 40/20/80 MHz) para ser utilizado en cualquier esquema de asignación de recursos. Para cada asignación, los tonos piloto dentro de la RU asignada pueden seleccionarse de acuerdo con el conjunto definido, con la perforación adecuada para adaptarse al tamaño de RU.

[0071] Como ejemplo en particular, pero no limitante, se pueden definir 18 pilotos en ubicaciones fijas en una PPDU de 20 MHz para satisfacer la asignación de hasta 9 usuarios, cada uno con 2 pilotos en RU de 26. Suponiendo que a una STA se le asigne una RU de 106, dentro de esta RU de 106, habría 8 pilotos. Para obtener 4 pilotos de los 8 para una RU de 106, se puede perforar a cualquier otro piloto (por ejemplo, de acuerdo con/aplicando cualquier regla de perforación adecuada).

[0072] Una ventaja de una estructura piloto absoluta fija para toda la PPDU es que las ubicaciones de los pilotos pueden estar alineadas en cualquiera de las RU y cualquier asignación, lo que puede facilitar el diseño del hardware. Además, el hecho de tener ubicaciones de los pilotos que sean independientes del diseño de RU y la asignación de recursos puede simplificar el procesamiento de OFDMA. Como ejemplo, si todos los pilotos definidos están en tonos pares, las transmisiones 2x y 4x usarían el mismo conjunto de pilotos para LTF, lo que simplifica el procesamiento de LTF. Tener una estructura de pilotos absoluta fija puede ser favorable para la utilización de pilotos comunes de enlace descendente.

[0073] La FIG. 9 ilustra un ejemplo de una estructura piloto absoluta fija. El ejemplo ilustrativo propone 18 pilotos en 20MHz, 36 pilotos en 40 MHz y 74 pilotos en 80 MHz. En el ejemplo ilustrado, todos los pilotos se colocan en tonos pares y se distribuyen uniformemente en toda la línea del espectro de la PPDU.

[0074] En el ejemplo ilustrado, los índices de tonos piloto propuestos para 20 MHz son: $\pm 10, \pm 22, \pm 36, \pm 48, \pm 62, \pm 76, \pm 90, \pm 102, \pm 116$. Para 40 MHz, los índices de tonos propuestos son: $\pm 10, \pm 24, \pm 36, \pm 50, \pm 64, \pm 78, \pm 90, \pm 104, \pm 116, \pm 130, \pm 144, \pm 158, \pm 170, \pm 184, \pm 198, \pm 212, \pm 224, \pm 238$. Para 80 MHz, los índices de tonos propuestos son: $\pm 10, \pm 24, \pm 38, \pm 50, \pm 64, \pm 78, \pm 92, \pm 104, \pm 118, \pm 130, \pm 144, \pm 158, \pm 172, \pm 184, \pm 198, \pm 212, \pm 226, \pm 238, \pm 252, \pm 266, \pm 280, \pm 292, \pm 306, \pm 320, \pm 334, \pm 346, \pm 360, \pm 372, \pm 386, \pm 400, \pm 414, \pm 426, \pm 440, \pm 454, \pm 468, \pm 480, \pm 494$.

[0075] Las FIG. 10-12 ilustran gráficos de ejemplo de la estructura de tonos absoluta de la FIG. 9, de acuerdo con aspectos de la presente divulgación. La FIG. 10 ilustra un mapa de tonos de ejemplo de 18 pilotos en 20MHz, la FIG. 11 ilustra un mapa de tonos de ejemplo de 36 pilotos en 40 MHz, mientras que la FIG. 12 ilustra un mapa de tonos de ejemplo de 74 pilotos en 80 MHz.

[0076] La FIG. 14 ilustra otro ejemplo de estructura de tonos absoluta (una alternativa a la estructura que se muestra en la FIG. 9), de acuerdo con aspectos de la presente descripción. En el ejemplo ilustrado, los índices de tonos piloto propuestos para 20 MHz son los mismos que los que se muestran en la FIG. 9. Para 40 MHz, los índices de tonos propuestos son: $\pm 8, \pm 22, \pm 34, \pm 48, \pm 62, \pm 76, \pm 88, \pm 102, \pm 116, \pm 130, \pm 144, \pm 158, \pm 170, \pm 184, \pm 198, \pm 212, \pm 224, \pm 238$. Para 80 MHz, los índices de tonos propuestos son: $\pm 10, \pm 22, \pm 36, \pm 48, \pm 62, \pm 76, \pm 90, \pm 102, \pm 116, \pm 130, \pm 144, \pm 158, \pm 172, \pm 184, \pm 198, \pm 212, \pm 226, \pm 238, \pm 252, \pm 264, \pm 278, \pm 290, \pm 304, \pm 318, \pm 332, \pm 344, \pm 358, \pm 372, \pm 386, \pm 400, \pm 414, \pm 426, \pm 440, \pm 454, \pm 468, \pm 480, \pm 494$.

[0077] Similar a las FIG. 10-12, las FIG. 15-17 ilustran gráficos de ejemplo de la estructura de tonos absoluta de la FIG. 14, de acuerdo con aspectos de la presente divulgación. Los gráficos que se muestran en las FIG. 10-12 y 15-17 ilustran cómo usar y perforar los pilotos definidos en cada una de las RU de ejemplo, dado cierto tono sobrante (bloques amarillos) y ubicaciones de RU. Los tonos sobrantes también pueden denominarse "tonos nulos", ya que estos tonos pueden no tener energía.

[0078] En general, para las RU de 26 y 52 tonos, se pueden utilizar todos los pilotos disponibles en cada RU. Para 106 (es decir, $102+4$) y RU de 242 tonos, se puede perforar la mitad de los tonos piloto disponibles. Como se ilustra en la FIG. 18, en algunos casos, las posiciones relativas de los pilotos pueden mantenerse relativamente cerca de lo que se define en 11ah (con una estructura de piloto simétrica de un índice piloto par y uno impar). Independientemente del plan de asignación de tono restante, puede haber tres variaciones de posición de tono piloto dentro de una RU de 26 tonos, como se muestra en la FIG. 19. En una primera variación, una RU de 26 tonos puede tener un tono que empieza más a la izquierda desde un índice par y puede usar una estructura de [6P13P5]. En una segunda variación, un tono más a la izquierda puede empezar desde un índice impar y puede necesitar una estructura de [5P13P6]. En una tercera variación, una estructura piloto de RU central de 26 tonos puede ser [6P6 6P6].

[0079] Para asegurar que todos los pilotos con índices de tonos pares, la ubicación relativa de los pilotos dentro de una RU de 26 tonos debe variarse para RU diferentes de 26 tonos.

[0080] Por ejemplo, haciendo referencia a la FIG. 10, para 20 MHz, se pueden seleccionar pares de índices de tonos piloto (indicados con flechas) para cada RU de 26 tonos (de izquierda a derecha, -116/- 102, -90/-76, -62/-48, -36/-22, -10/10, 22/36, 48/62, 76/90 y 102/116). De manera similar, se pueden usar conjuntos de cuatro de estos mismos índices de tonos piloto para RU de 52 tonos (-116/-102/- 90/-76, -62/-48/-36/-22, 22/36/48/62 y 76/90/102/116). Por otro lado, solo la mitad de estos índices de tonos pueden seleccionarse para las RU de 106 tonos (-116/-90/-48/-22 y 22/48/90/116) y las RU de 242 tonos (-116/-90/-48/-22/22/48/90/116), mientras que se perforan otros índices de tonos piloto (de izquierda a derecha, -102, -76, -62, -36, -10, 10, 36, 62, 76 y 102).

[0081] De manera similar, haciendo referencia a la FIG. 11, para 40 MHz, se pueden seleccionar pares de índices de tonos piloto (indicados con flechas) para cada RU de 26 tonos (de izquierda a derecha, -238/-224, -212/-198, -184/-170, -158/-144, -130/-116, -104/-90, -78/-64, -50/-36, -24/-10, 10/24, 36/50, 64/78, 90/104, 116/130, 144/158, 170/184, 198/212 y 224/238). De manera similar, se pueden usar conjuntos de cuatro de estos mismos índices de tonos piloto para RU de 52 tonos (-238/-224/-212/-198, -184/-170/-158/-144, -104/-90/-78/-64, -50/-36/-24/-10, 10/24/36/50, 64/78/90/104, 144/158/170/184 y 198/212/224/238). Por otro lado, se puede seleccionar menos de la mitad de estos índices de tonos para RU de 106 tonos (-238/-212/-170/-144, -104/-78/-36/-10, 10/36/78/104, and 144/170/212/238) y RU de 242 tonos (-238/-212/-170/-144/-104/-78/-36/-10 y 10/36/78/104/144/170/212/238) mientras se perforan otros índices de tonos piloto.

[0082] De manera similar, haciendo referencia a la FIG. 12, para 80 MHz, se pueden seleccionar pares de índices de tonos piloto (indicados con flechas) para cada RU de 26 tonos (de izquierda a derecha, -494/-480, -468/-454, -440/-426, -414/-400, -386/-372, -360/-346, -334/-320, -306/-292, -280/-266, -252/-238, -226/-212, -198/-184, -172/-158, -144/-130, -118/-104, -92/-78, -64/-50, -38/-24, -10/10, 24/38, 50/64, 78/92, 104/118, 130/144, 158/172, 184/198, 212/226, 238/252, 266/280, 292/306, 320/334, 346/360, 372/386, 400/414, 426/440, 454/468 y 480/494). De manera similar, se pueden usar conjuntos de cuatro de estos mismos índices de tonos piloto para RU de 52 tonos (de izquierda a derecha, -494/-480/-468/-454, -440/-426/-414/-400, -360/-346/-334/-320, -306/-292/-280/-266, -252/-238/-226/-212, -198/-184/-172/-158, -118/-104/-92/-78, -64/-50/-38/-24, 24/38/50/64, 78/92/104/118, 158/172/184/198, 212/226/238/252, 266/280/292/306, 320/334/346/360, 400/414/426/440 y 454/468/480/494). Por otro lado, solo la mitad o menos de estos índices de tonos se pueden seleccionar para RU de 106 tonos (-494/-468/-426/-400, -360/-334/-292/-266, -252/-226/-184/-158, -118/-92/-50/-24, 24/50/92/118, 158/184/226/252, 266/292/334/360 y 400/426/468/494) y RU de 242 tonos (-494/-468/-426/-400/-360/-334/-292/-266, -252/-226/-184/-158/-118/-92/-50/-24, 24/50/92/118/158/184/226/252 y 266/292/334/360/400/426/468/494), mientras que se perforan otros índices de tonos piloto. Por otro lado, solo se puede seleccionar un cuarto o menos de estos índices de tonos para RU de 996 tonos (-468/-400/-334/-266/-226/-158/-92/-24, 24/92/158/226/266/334/400/468), mientras que se perforan otros índices de tonos piloto.

[0083] La tabla que se muestra en la FIG. 13 resume los índices de tonos piloto para diferentes combinaciones de anchos de canal y tamaño de RU ilustrados en las FIG. 10-12. En otras palabras, dependiendo del ancho del canal y el tamaño de RU, se puede seleccionar un número adecuado de índices de tonos piloto de entre los valores que se muestran en la tabla (por ejemplo, un par de los índices de tonos indicados para una RU de 26 tonos o 4 de los índices de tonos indicados para una RU de 52 tonos).

[0084] Con referencia a la FIG. 15, para la correspondencia de tonos de 20 MHz que se muestra en la FIG. 14, los índices de tonos piloto seleccionados para las diferentes RU pueden ser los mismos que se muestran en la FIG. 10.

[0085] De manera similar, haciendo referencia a la FIG. 16, para la correspondencia de tonos de 40 MHz que se muestra en la FIG. 14, se pueden seleccionar pares de índices de tonos piloto (indicados con flechas) para cada RU de 26 tonos (de izquierda a derecha, -238/-224, -212/-198, -184/-170, -158/-144, -130/-116, -102/-88, -76/-62, -48/-34, -22/-8, 8/22, 34/48, 62/76, 88/102, 116/130, 144/158, 170/184, 198/212 y 224/238). De manera similar, se pueden usar conjuntos de cuatro de estos mismos índices de tonos piloto para las RU de 52 tonos (-238/-224/-212/-198, -184/-170/-158/-144, -102/-88/-76/-62, -48/-34/-22/-8, 8/22/34/48, 62/76/88/102, 144/158/170/184 y 198/212/224/238). Por otro lado, se puede seleccionar menos de la mitad de estos índices de tonos para las RU de 106 tonos (-238/-212/-170/-144, -102/-76/-34/-8, 8/34/76/102 y 144/170/212/238) y las RU de 242 tonos (-238/-212/-170/-144/-102/-76/-34/-8 y 8/34/76/102/144/170/212/238) mientras se perforan otros índices de tonos piloto.

[0086] De manera similar, haciendo referencia a la FIG. 17, para 80 MHz, se pueden seleccionar pares de índices de tonos piloto (indicados con flechas) para cada RU de 26 tonos (de izquierda a derecha, -494/-480, -468/-454, -440/-426, -414/-400, -386/-372, -358/-344, -332/-318, -304/-290, -278/-264, -252/-238, -226/-212, -198/-184, -172/-158, -144/-130, -116/-102, -90/-76, -62/-48, -36/-22, -10/10, 22/36, 48/62, 76/90, 102/116, 130/144, 158/172, 184/198, 212/226, 238/252, 264/278, 290/304, 318/332, 344/358, 372/386, 400/414, 426/440, 454/468 y 480/494). De manera similar, se pueden usar conjuntos de cuatro de estos mismos índices de tonos piloto para las RU de 52 tonos (de izquierda a derecha, -494/-480/-468/-454, -440/-426/-414/-400, -358/-344/-332/-318, -304/-290/-278/-264, -252/-238/-226/-212, -198/-184/-172/-158, -116/-102/-90/-76, -62/-48/-36/-22, 22/36/48/62, 76/90/102/116, 158/172/184/198, 212/226/238/252, 264/278/290/304, 318/332/344/358, 400/414/426/440 y 454/468/480/494). Por otro lado, solo la mitad o menos de estos índices de tonos pueden seleccionarse para RU de 106 tonos (-494/-468/-426/-400, -358/-332/-290/-264, -252/-226/-184/-158, -116/-90/-48/-22, 22/48/90/116, 158/184/226/252, 264/290/332/358 y 400/426/468/494) y RU de 242 tonos (-494/-468/-426/-400/-358/-332/-290/-264, -252/-226/-184/-158/-116/-90/-48/-22, 22/48/90/116/158/184/226/252 y 264/290/332/358/400/426/468/494), mientras se perforan otros índices de tonos piloto. Por otro lado, solo se puede seleccionar un cuarto o menos de estos índices de tonos para las RU de 996 tonos (-468/-400/-332/-264/-226/-158/-90/-22, 22/90/158/226/264/332/400/468), mientras que se perforan otros índices de tonos piloto.

[0087] Como se ilustra en estos ejemplos, en muchos casos, los pilotos de las RU de 52 tonos pueden estar alineados con los pilotos correspondientes en las RU de 2x26 tonos. Además, como se ilustra en estos ejemplos,

los índices de las RU más grandes se pueden elegir entre los índices piloto de las RU más pequeñas (por ejemplo, los pilotos de RU de 106 tonos se pueden elegir de los índices piloto de las RU de 2x52 tonos correspondientes), como se ilustra en la FIG. 20.

[0088] En los ejemplos ilustrados, la perforación se realiza de forma simétrica especular dentro de 242 tonos, por ejemplo, para que se extienda de forma más uniforme dentro de RU de 996 tonos en 80MHz. Para una RU de 996 tonos, cualquier otro piloto puede heredarse de las RU de 242, para hacer una buena alineación de piloto entre las RU. En los ejemplos ilustrados, se aplica la misma regla de perforación para 40/20/80 MHz. Por supuesto, este es solo un ejemplo, y se pueden aplicar diversas reglas de perforación diferentes en la selección de piloto en cada RU.

[0089] La cantidad exacta de pilotos necesarios puede basarse en diversos factores. Por ejemplo, dados 4 pilotos en 11ac20 para lograr una exactitud del error de frecuencia A , la exactitud de $A/2$ debería ser suficiente con LTF 2x, mientras que 11ax LTF 2x con 4 pilotos puede obtener $B = A/2$ debido a la duración del símbolo 2x, y 11ax LTF 2x con 8 pilotos puede obtener $C = B/\sqrt{2}$ debido al doble número de pilotos.

[0090] Los procedimientos divulgados en el presente documento comprenden una o más etapas o acciones para lograr el procedimiento descrito. Las etapas y/o acciones de procedimiento se pueden intercambiar entre sí sin apartarse del alcance de las reivindicaciones. En otras palabras, a menos que se especifique un orden específico de etapas o acciones, el orden y/o el uso de etapas y/o acciones específicas se pueden modificar sin apartarse del alcance de las reivindicaciones.

[0091] Como se usa en el presente documento, una expresión que se refiere a "al menos uno de" una lista de elementos se refiere a cualquier combinación de esos elementos, incluyendo elementos individuales. Como ejemplo, "al menos uno de: a, b, o c" pretende cubrir a, b, c, a-b, a-c, b-c y a-b-c, así como cualquier combinación con múltiplos del mismo elemento (por ejemplo, a-a, a-a-a, a-a-b, a-a-c, a-b-b, a-c-c, b-b, b-b-b, b-b-c, c-c y c-c-c o cualquier otra ordenación de a, b y c).

[0092] Como se usa en el presente documento, el término "determinar" abarca una amplia variedad de acciones. Por ejemplo, "determinar" puede incluir calcular, computar, procesar, obtener, investigar, consultar (por ejemplo, consultar una tabla, una base de datos u otra estructura de datos), averiguar y similares. Además, "determinar" puede incluir recibir (por ejemplo, recibir información), acceder (por ejemplo, acceder a datos en una memoria) y similares. Además, "determinar" puede incluir resolver, seleccionar, elegir, establecer y similares.

[0093] En algunos casos, en lugar de transmitir realmente una trama, un dispositivo puede tener una interfaz para emitir una trama para su transmisión. Por ejemplo, un procesador puede emitir una trama, por medio de una interfaz de bus, a un extremo delantero de RF para su transmisión. De forma similar, en lugar de recibir realmente una trama, un dispositivo puede tener una interfaz para obtener una trama recibida desde otro dispositivo. Por ejemplo, un procesador puede obtener (o recibir) una trama, por medio de una interfaz de bus, desde un extremo delantero de RF para su transmisión.

[0094] Las diversas operaciones de los procedimientos descritos anteriormente se pueden realizar mediante cualquier medio adecuado que pueda realizar las funciones correspondientes. Los medios pueden incluir diverso(s) componente(s) y/o módulo(s) de hardware y/o software que incluyan, pero sin limitarse a, un circuito, un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC) o un procesador. En general, cuando haya operaciones ilustradas en las figuras, esas operaciones pueden tener unos componentes correspondientes de medios más funciones homólogos, con numeración similar. Por ejemplo, las operaciones 500, 600, 700 y 800 que se ilustran en las FIG. 5, 6, 7 y 8 corresponden a los medios 500A, 600A, 700A y 800A ilustrados en las FIG. 5A, 6A, 7A y 6A, respectivamente.

[0095] Por ejemplo, los medios para recibir y los medios para obtener pueden ser un receptor (por ejemplo, la unidad receptora del transceptor 254) y/o una o más antenas 252 del terminal de usuario 120 ilustrado en la FIG. 2, o el receptor (por ejemplo, la unidad receptora del transceptor 222) y/o la(s) antena (s) 224 del punto de acceso 110 ilustrado en la FIG. 2. Los medios para transmitir y los medios para emitir pueden ser un transmisor (por ejemplo, la unidad transmisora del transceptor 254) y/o una o más antenas 252 del terminal de usuario 120 ilustrado en la FIG. 2, o el transmisor (por ejemplo, la unidad transmisora del transceptor 222) y/o la(s) antena (s) 224 del punto de acceso 110 ilustrado en la FIG. 2.

[0096] Los medios para generar, los medios para determinar, los medios para seleccionar, los medios para realizar la estimación del canal, y/o los medios para realizar el seguimiento de la fase pueden comprender un sistema de procesamiento, que puede incluir uno o más procesadores, tales como el procesador de datos de RX 270, el procesador de datos de TX 288 y/o el controlador 280 del terminal de usuario 120 ilustrado en la FIG. 2, o el procesador de datos de TX 210, el procesador de datos de RX 242 y/o el controlador 230 del punto de acceso 110 ilustrado en la FIG. 2.

[0097] Los diversos bloques, módulos y circuitos lógicos ilustrativos descritos en relación con la presente divulgación pueden implementarse o realizarse con un procesador de propósito general, un procesador de señales digitales (DSP), un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), una matriz de puertas programables por campo (FPGA) u otro dispositivo de lógica programable (PLD), lógica de puertas discretas o lógica de transistores, componentes de hardware discretos o cualquier combinación de los mismos diseñada para realizar las funciones descritas en el presente documento. Un procesador de propósito general puede ser un microprocesador pero, de forma alternativa, el procesador puede ser cualquier procesador, controlador, microcontrolador, o máquina de estados disponible en el mercado. Un procesador también se puede implementar como una combinación de dispositivos informáticos, por ejemplo, una combinación de un DSP y un microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores junto con un núcleo de DSP o cualquier otra configuración de este tipo.

[0098] Si se implementa en hardware, una configuración de hardware de ejemplo puede comprender un sistema de procesamiento en un nodo inalámbrico. El sistema de procesamiento se puede implementar con una arquitectura de bus. El bus puede incluir un número cualquiera de buses y puentes de interconexión, dependiendo de la aplicación específica del sistema de procesamiento y las restricciones de diseño globales. El bus puede enlazar conjuntamente diversos circuitos, incluyendo un procesador, medios legibles por máquina y una interfaz de bus. La interfaz de bus se puede usar para conectar un adaptador de red, entre otras cosas, al sistema de procesamiento por medio del bus. El adaptador de red se puede usar para implementar las funciones de procesamiento de señales de la capa PHY. En el caso de un terminal de usuario 120 (véase la FIG. 1), una interfaz de usuario (por ejemplo, teclado, pantalla, ratón, palanca de mando, etc.) también puede conectarse al bus. El bus también puede conectar otros diversos circuitos, tales como fuentes de temporización, dispositivos periféricos, reguladores de tensión, circuitos de gestión energética y similares, que son bien conocidos en la técnica y, por lo tanto, no se describirán más. El procesador se puede implementar con uno o más procesadores de propósito general y/o de propósito especial. Entre los ejemplos se incluyen microprocesadores, microcontroladores, procesadores DSP y otra circuitería que puedan ejecutar software. Los expertos en la técnica reconocerán el mejor modo de implementar la funcionalidad descrita para el sistema de procesamiento, dependiendo de la aplicación particular y de las restricciones de diseño globales impuestas al sistema global.

[0099] Si se implementan en software, las funciones se pueden almacenar en, o transmitir por, un medio legible por ordenador, como una o más instrucciones o códigos. El significado de la palabra software se deberá interpretar ampliamente como instrucciones, datos o cualquier combinación de los mismos, de forma independiente de si se denomina software, firmware, middleware, microcódigo, lenguaje de descripción de hardware o de otro modo. Los medios legibles por ordenador incluyen tanto medios de almacenamiento informático como medios de comunicación, incluyendo cualquier medio que facilite la transferencia de un programa informático desde un lugar a otro. El procesador puede ser responsable de gestionar el bus y el procesamiento general, incluyendo la ejecución de módulos de software almacenados en los medios de almacenamiento legibles por máquina. Un medio de almacenamiento legible por ordenador puede estar acoplado a un procesador de manera que el procesador pueda leer información de, y escribir información en, el medio de almacenamiento. De forma alternativa, el medio de almacenamiento puede estar integrado en el procesador. A modo de ejemplo, los medios legibles por máquina pueden incluir una línea de transmisión, una onda portadora modulada con datos y/o un medio de almacenamiento legible por ordenador con instrucciones almacenadas en el mismo, por separado del nodo inalámbrico, a todos los cuales puede acceder el procesador a través de la interfaz de bus. De forma alternativa, o además, los medios legibles por máquina, o cualquier porción de los mismos, se pueden integrar en el procesador, tal como puede ser el caso con memoria caché y/o archivos de registro generales. Los ejemplos de medios de almacenamiento legibles por máquina pueden incluir, a modo de ejemplo, RAM (memoria de acceso aleatorio), memoria flash, ROM (memoria de solo lectura), PROM (memoria programable de solo lectura), EPROM (memoria programable de solo lectura y borrrable), EEPROM (memoria programable de solo lectura y borrrable eléctricamente), registros, discos magnéticos, discos ópticos, discos duros o cualquier otro medio de almacenamiento adecuado o cualquier combinación de los mismos. Los medios legibles por máquina se pueden integrar en un producto de programa informático.

[0100] Un módulo de software puede comprender una única instrucción o muchas instrucciones, y se puede distribuir por varios segmentos de código diferentes, entre programas diferentes y entre múltiples medios de almacenamiento. Los medios legibles por ordenador pueden comprender un número de módulos de software. Los módulos de software incluyen instrucciones que, al ejecutarse mediante un aparato tal como un procesador, hacen que el sistema de procesamiento realice diversas funciones. Los módulos de software pueden incluir un módulo de transmisión y un módulo de recepción. Cada módulo de software puede residir en un dispositivo de almacenamiento único o se puede distribuir a través de múltiples dispositivos de almacenamiento. A modo de ejemplo, un módulo de software se puede cargar en una RAM desde un disco duro cuando se produzca un evento desencadenante. Durante la ejecución del módulo de software, el procesador puede cargar parte de las instrucciones en memoria caché para aumentar la velocidad de acceso. Una o más líneas de memoria caché se pueden cargar a continuación en un archivo de registro general para su ejecución por el procesador. Cuando se haga referencia a la funcionalidad de un módulo de software a continuación, se entenderá que dicha funcionalidad se implementa por el procesador cuando ejecuta instrucciones de ese módulo de software.

[0101] Asimismo, cualquier conexión recibe apropiadamente la denominación de medio legible por ordenador. Por ejemplo, si el software se transmite desde una página web, un servidor u otra fuente remota, usando un cable coaxial, un cable de fibra óptica, un par trenzado, una línea de abonado digital (DSL) o tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos (IR), radio y microondas, entonces el cable coaxial, el cable de fibra óptica, el par trenzado, la DSL o las tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas se incluyen en la definición de medio. El término disco, como se usa en el presente documento, incluye disco compacto (CD), disco láser, disco óptico, disco versátil digital (DVD), disco flexible y disco Blu-ray®, donde algunos discos reproducen normalmente los datos magnéticamente, mientras que otros discos reproducen los datos ópticamente con láseres. Por tanto, en algunos aspectos, los medios legibles por ordenador pueden comprender medios no transitorios legibles por ordenador (por ejemplo, medios tangibles). Además, para otros aspectos, los medios legibles por ordenador pueden comprender medios transitorios legibles por ordenador (por ejemplo, una señal). Las combinaciones de lo anterior también se deben incluir dentro del alcance de los medios legibles por ordenador.

[0102] Por tanto, determinados aspectos pueden comprender un producto de programa informático para realizar las operaciones presentadas en el presente documento. Por ejemplo, un producto de programa informático de este tipo puede comprender un medio legible por ordenador que tenga instrucciones almacenadas (y/o codificadas) en el mismo, siendo las instrucciones ejecutables por uno o más procesadores para realizar las operaciones descritas en el presente documento. Por ejemplo, instrucciones para determinar un período en el que está planificado que al menos un segundo aparato esté despierto, instrucciones para generar una primera trama para su transmisión al segundo aparato durante el período, instrucciones para emitir la primera trama para su transmisión, instrucciones para obtener una segunda trama en respuesta a la primera trama, instrucciones para determinar la información de determinación de distancias basándose en una diferencia de tiempo entre la transmisión de la primera trama y la recepción de la segunda trama, instrucciones para generar una tercera trama que incluye la información de determinación de la distancia e instrucciones para emitir la tercera trama para su transmisión. En otro ejemplo, instrucciones para determinar un período para despertar desde un estado de baja potencia, instrucciones para obtener una primera trama desde un segundo aparato durante el período, instrucciones para generar una segunda trama para su transmisión al segundo aparato en respuesta a la primera trama, instrucciones para emitir la segunda trama para su transmisión al segundo aparato, instrucciones para obtener una tercera trama que comprende información de determinación de la distancia, determinada por el segundo aparato, basándose en una diferencia de tiempo entre la transmisión de la primera trama y la recepción de la segunda trama, e instrucciones para determinar una ubicación relativa del segundo aparato con respecto al primer aparato basándose en una tercera trama.

[0103] Además, se debe apreciar que los módulos y/u otros medios apropiados para realizar los procedimientos y las técnicas descritos en el presente documento se pueden descargar y/u obtener de otro modo por un terminal de usuario y/o una estación base, según corresponda. Por ejemplo, un dispositivo de este tipo se puede acoplar a un servidor para facilitar la transferencia de medios para realizar los procedimientos descritos en el presente documento. De forma alternativa, diversos procedimientos descritos en el presente documento se pueden proporcionar por medio de medios de almacenamiento (por ejemplo, RAM, ROM, un medio físico de almacenamiento tal como un disco compacto (CD) o un disco flexible, etc.), de modo que un terminal de usuario y/o una estación base puedan obtener los diversos procedimientos tras acoplarse o proporcionar los medios de almacenamiento al dispositivo. Además, se puede utilizar cualquier otra técnica adecuada para proporcionar a un dispositivo los procedimientos y técnicas descritos en el presente documento.

[0104] Se ha de entender que las reivindicaciones no están limitadas a la configuración y a los componentes exactos ilustrados anteriormente. Se pueden realizar diversas modificaciones, cambios y variantes en la disposición, el funcionamiento y los detalles de los procedimientos y el aparato descritos anteriormente sin apartarse del alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento (500) para comunicaciones inalámbricas, que comprende:

- 5 generar (502) una trama que tiene uno o más campos de entrenamiento con símbolos piloto en el mismo para ser transmitidos por medio de uno o más tonos;

 determinar los uno o más tonos a partir de un conjunto de ubicaciones de tonos fijas definidas para un ancho de banda dado;
10 seleccionar ubicaciones de tonos para los uno o más tonos en una o más de las ubicaciones de tonos fijas definidas dentro de una unidad de recursos; y

 emitir (504) la trama para su transmisión;
15 en el que el ancho de banda dado comprende 20 MHz y:

 para unidades de recursos de 26 o 52 tonos, las ubicaciones de tonos fijas se seleccionan de entre las ubicaciones de tonos correspondientes a los índices de tonos ± 10 , ± 22 , ± 36 , ± 48 , ± 62 , ± 76 , ± 90 , ± 102 y ± 116 ; y
20 para unidades de recursos de 106 o 242 tonos, las ubicaciones de tonos fijas se seleccionan de entre las ubicaciones de tonos correspondientes a los índices de tonos ± 22 , ± 48 , ± 90 y ± 116 ;

25 o en el que el ancho de banda dado comprende 40 MHz y:

 para las unidades de recursos de 26 o 52 tonos, las ubicaciones de tonos fijas se seleccionan de entre las ubicaciones de tonos correspondientes a los índices de tonos ± 10 , ± 24 , ± 36 , ± 50 , ± 64 , ± 78 , ± 90 , ± 104 , ± 116 , ± 130 , ± 144 , ± 158 , ± 170 , ± 184 , ± 198 , ± 212 , ± 224 y ± 238 ; y
30 para unidades de recursos de 106, 242 o 484 tonos, las ubicaciones de tonos fijas se seleccionan de entre las ubicaciones de tonos correspondientes a los índices de tonos ± 10 , ± 36 , ± 78 , ± 104 , ± 144 , ± 170 , ± 212 y ± 238 ;

35 o en el que el ancho de banda dado comprende 80 MHz y:

 para unidades de recursos de 26 o 52 tonos, las ubicaciones de tonos fijas se seleccionan de entre las ubicaciones de tonos correspondientes a los índices de tonos ± 10 , ± 24 , ± 38 , ± 50 , ± 64 , ± 78 , ± 92 , ± 104 , ± 118 , ± 130 , ± 144 , ± 158 , ± 172 , ± 184 , ± 198 , ± 212 , ± 226 , ± 238 , ± 252 , ± 266 , ± 280 , ± 292 , ± 306 , ± 320 , ± 334 , ± 346 , ± 360 , ± 372 , ± 386 , ± 400 , ± 414 , ± 426 , ± 440 , ± 454 , ± 468 , ± 480 y ± 494 ;
40 para unidades de recursos de 106, 242 o 484 tonos, las ubicaciones de tonos fijas se seleccionan de entre las ubicaciones de tonos correspondientes a los índices de tonos ± 24 , ± 50 , ± 92 , ± 118 , ± 158 , ± 184 , ± 226 , ± 252 , ± 266 , ± 292 , ± 334 , ± 360 , ± 400 , ± 426 , ± 468 y ± 494 ; y
45 para las unidades de recursos de 996 tonos, las ubicaciones de tonos fijas se seleccionan de entre las ubicaciones de tonos correspondientes a los índices de tonos ± 24 , ± 92 , ± 158 , ± 226 , ± 266 , ± 334 , ± 400 y ± 468 .

2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la trama se emite para su transmisión como una transmisión de un solo usuario, SU, una transmisión multiusuario, MU, a uno o más terminales de acceso, o una transmisión de acceso múltiple por división ortogonal de la frecuencia, OFDMA, o

en el que la trama también tiene una porción de datos posterior a los uno o más campos de entrenamiento; y los uno o más tonos no están alineados con los tonos utilizados para transmitir símbolos piloto en la porción de datos, o

en el que la trama también tiene una porción de datos posterior a los campos de entrenamiento; y los uno o más tonos se seleccionan de acuerdo con un plan de tonos que se utilizará para transmitir símbolos piloto de flujo espacial único, SSP, en la porción de datos.

3. El procedimiento de la reivindicación 1, que además comprende:

generar una matriz de precodificación que tiene al menos una entrada basada en la interpolación usando la retroalimentación del canal relacionada con pilotos transmitidos en al menos dos de los uno o más tonos; y

en el que la trama se emite para su transmisión por medio de la conformación de haces utilizando la matriz de precodificación.

5 **4.** El procedimiento de la reivindicación 1, en el que los símbolos piloto se emiten para su transmisión como pilotos de flujo único, SSP.

5. Un procedimiento (600) para comunicaciones inalámbricas, que comprende:

10 obtener (602) una trama que tiene uno o más campos de entrenamiento con símbolos piloto transmitidos en la misma en uno o más tonos;

 determinar las ubicaciones de tonos de los uno o más tonos a partir de un conjunto de ubicaciones de tonos fijas definidas para un ancho de banda dado;

15 procesar los símbolos piloto a partir de las ubicaciones de tonos determinadas;

 determinar las ubicaciones de tonos de los uno o más tonos en una o más de las ubicaciones de tonos fijas definidas dentro de una unidad de recursos; y

20 realizar una estimación del canal (604) a partir de los campos de entrenamiento y realizar un seguimiento de la fase a partir de los símbolos piloto;

 en el que el ancho de banda dado comprende 20 MHz y:

25 para unidades de recursos de 26 o 52 tonos, las ubicaciones de tonos fijas se seleccionan de entre las ubicaciones de tonos correspondientes a los índices de tonos ± 10 , ± 22 , ± 36 , ± 48 , ± 62 , ± 76 , ± 90 , ± 102 y ± 116 ; y

30 para unidades de recursos de 106 o 242 tonos, las ubicaciones de tonos fijas se seleccionan de entre las ubicaciones de tonos correspondientes a los índices de tonos ± 22 , ± 48 , ± 90 y ± 116 ;

o en el que el ancho de banda dado comprende 40 MHz y:

35 para las unidades de recursos de 26 o 52 tonos, las ubicaciones de tonos fijas se seleccionan de entre las ubicaciones de tonos correspondientes a los índices de tonos ± 10 , ± 24 , ± 36 , ± 50 , ± 64 , ± 78 , ± 90 , ± 104 , ± 116 , ± 130 , ± 144 , ± 158 , ± 170 , ± 184 , ± 198 , ± 212 , ± 224 y ± 238 ; y

40 para unidades de recursos de 106, 242 o 484 tonos, las ubicaciones de tonos fijas se seleccionan de entre las ubicaciones de tonos correspondientes a los índices de tonos ± 10 , ± 36 , ± 78 , ± 104 , ± 144 , ± 170 , ± 212 y ± 238 ;

o en el que el ancho de banda dado comprende 80 MHz y:

45 para unidades de recursos de 26 o 52 tonos, las ubicaciones de tonos fijas se seleccionan de entre las ubicaciones de tonos correspondientes a los índices de tonos ± 10 , ± 24 , ± 38 , ± 50 , ± 64 , ± 78 , ± 92 , ± 104 , ± 118 , ± 130 , ± 144 , ± 158 , ± 172 , ± 184 , ± 198 , ± 212 , ± 226 , ± 238 , ± 252 , ± 266 , ± 280 , ± 292 , ± 306 , ± 320 , ± 334 , ± 346 , ± 360 , ± 372 , ± 386 , ± 400 , ± 414 , ± 426 , ± 440 , ± 454 , ± 468 , ± 480 y ± 494 ;

50 para unidades de recursos de 106, 242 o 484 tonos, las ubicaciones de tonos fijas se seleccionan de entre las ubicaciones de tonos correspondientes a los índices de tonos ± 24 , ± 50 , ± 92 , ± 118 , ± 158 , ± 184 , ± 226 , ± 252 , ± 266 , ± 292 , ± 334 , ± 360 , ± 400 , ± 426 , ± 468 y ± 494 ; y

55 Para las unidades de recursos de 996 tonos, las ubicaciones de tonos fijas se seleccionan de entre las ubicaciones de tonos correspondientes a los índices de tonos ± 24 , ± 92 , ± 158 , ± 226 , ± 266 , ± 334 , ± 400 y ± 468 .

6. El procedimiento de la reivindicación 5, en el que la trama se obtiene como una transmisión de un solo usuario, SU, una transmisión multiusuario, MU, o una transmisión de acceso múltiple por división ortogonal de la frecuencia, OFDMA, o

60 en el que dicha numerología es una primera numerología y los campos de entrenamiento se obtienen usando símbolos de una primera longitud de símbolo de acuerdo con dicha primera numerología que define tonos utilizables más cercanos al borde del ancho de banda que los tonos utilizables definidos de acuerdo con una segunda numerología para la primera longitud de símbolo.

65 **7.** Un aparato (500A) para comunicaciones inalámbricas, que comprende:

medios para generar (502A) una trama que tiene uno o más campos de entrenamiento con símbolos piloto en el mismo para ser transmitidos por medio de uno o más tonos;

5 medios para determinar los uno o más tonos a partir de un conjunto de ubicaciones de tonos fijas definidas para un ancho de banda dado;

medios para seleccionar ubicaciones de tonos para los uno o más tonos en una o más de las ubicaciones de tonos fijas definidos dentro de una unidad de recursos; y

10 medios para emitir (504A) la trama para su transmisión.

en el que el ancho de banda dado comprende 20 MHz y:

15 para unidades de recursos de 26 o 52 tonos, las ubicaciones de tonos fijas se seleccionan de entre las ubicaciones de tonos correspondientes a los índices de tonos ± 10 , ± 22 , ± 36 , ± 48 , ± 62 , ± 76 , ± 90 , ± 102 y ± 116 ; y

20 para unidades de recursos de 106 o 242 tonos, las ubicaciones de tonos fijas se seleccionan de entre las ubicaciones de tonos correspondientes a los índices de tonos ± 22 , ± 48 , ± 90 y ± 116 ;

o en el que el ancho de banda dado comprende 40 MHz y:

25 para las unidades de recursos de 26 o 52 tonos, las ubicaciones de tonos fijas se seleccionan de entre las ubicaciones de tonos correspondientes a los índices de tonos ± 10 , ± 24 , ± 36 , ± 50 , ± 64 , ± 78 , ± 90 , ± 104 , ± 116 , ± 130 , ± 144 , ± 158 , ± 170 , ± 184 , ± 198 , ± 212 , ± 224 y ± 238 ; y

30 para unidades de recursos de 106, 242 o 484 tonos, las ubicaciones de tonos fijas se seleccionan de entre las ubicaciones de tonos correspondientes a los índices de tonos ± 10 , ± 36 , ± 78 , ± 104 , ± 144 , ± 170 , ± 212 y ± 238 ;

o en el que el ancho de banda dado comprende 80 MHz y:

35 para unidades de recursos de 26 o 52 tonos, las ubicaciones de tonos fijas se seleccionan de entre las ubicaciones de tonos correspondientes a los índices de tonos ± 10 , ± 24 , ± 38 , ± 50 , ± 64 , ± 78 , ± 92 , ± 104 , ± 118 , ± 130 , ± 144 , ± 158 , ± 172 , ± 184 , ± 198 , ± 212 , ± 226 , ± 238 , ± 252 , ± 266 , ± 280 , ± 292 , ± 306 , ± 320 , ± 334 , ± 346 , ± 360 , ± 372 , ± 386 , ± 400 , ± 414 , ± 426 , ± 440 , ± 454 , ± 468 , ± 480 y ± 494 ;

40 para unidades de recursos de 106, 242 o 484 tonos, las ubicaciones de tonos fijas se seleccionan de entre las ubicaciones de tonos correspondientes a los índices de tonos ± 24 , ± 50 , ± 92 , ± 118 , ± 158 , ± 184 , ± 226 , ± 252 , ± 266 , ± 292 , ± 334 , ± 360 , ± 400 , ± 426 , ± 468 y ± 494 ; y

45 para las unidades de recursos de 996 tonos, las ubicaciones de tonos fijas se seleccionan de entre las ubicaciones de tonos correspondientes a los índices de tonos ± 24 , ± 92 , ± 158 , ± 226 , ± 266 , ± 334 , ± 400 y ± 468 .

8. El aparato de la reivindicación 7, en el que la trama se emite para su transmisión como una transmisión de un solo usuario, SU, una transmisión multiusuario, MU, a uno o más terminales de acceso, o una transmisión de acceso múltiple por división ortogonal de la frecuencia, OFDMA.

50 9. El aparato de la reivindicación 7, en el que los símbolos piloto se emiten para su transmisión como pilotos de flujo único, SSP.

10. Un aparato (600A) para comunicaciones inalámbricas, que comprende:

55 medios para obtener (602A) una trama que tiene uno o más campos de entrenamiento con símbolos piloto transmitidos en la misma en uno o más tonos;

60 medios para determinar ubicaciones de tonos de uno o más tonos en base a un conjunto de ubicaciones de tonos fijas definidas para un ancho de banda dado;

medios para procesar los símbolos piloto a partir de las ubicaciones de tonos determinadas;

65 medios para determinar las ubicaciones de tonos de los uno o más tonos en una o más de las ubicaciones de tonos fijas definidas dentro de una unidad de recursos; y

medios para realizar una estimación del canal (604A) a partir de los campos de entrenamiento y realizar un seguimiento de la fase a partir de los símbolos piloto;

en el que el ancho de banda dado comprende 20 MHz y:

5 para unidades de recursos de 26 o 52 tonos, las ubicaciones de tonos fijas se seleccionan de entre las ubicaciones de tonos correspondientes a los índices de tonos ± 10 , ± 22 , ± 36 , ± 48 , ± 62 , ± 76 , ± 90 , ± 102 y ± 116 ; y

10 para unidades de recursos de 106 o 242 tonos, las ubicaciones de tonos fijas se seleccionan de entre las ubicaciones de tonos correspondientes a los índices de tonos ± 22 , ± 48 , ± 90 y ± 116 ;

o en el que el ancho de banda dado comprende 40 MHz y:

15 para las unidades de recursos de 26 o 52 tonos, las ubicaciones de tonos fijas se seleccionan de entre las ubicaciones de tonos correspondientes a los índices de tonos ± 10 , ± 24 , ± 36 , ± 50 , ± 64 , ± 78 , ± 90 , ± 104 , ± 116 , ± 130 , ± 144 , ± 158 , ± 170 , ± 184 , ± 198 , ± 212 , ± 224 y ± 238 ; y

20 para unidades de recursos de 106, 242 o 484 tonos, las ubicaciones de tonos fijas se seleccionan de entre las ubicaciones de tonos correspondientes a los índices de tonos ± 10 , ± 36 , ± 78 , ± 104 , ± 144 , ± 170 , ± 212 y ± 238 ;

o en el que el ancho de banda dado comprende 80 MHz y:

25 para unidades de recursos de 26 o 52 tonos, las ubicaciones de tonos fijas se seleccionan de entre las ubicaciones de tonos correspondientes a los índices de tonos ± 10 , ± 24 , ± 38 , ± 50 , ± 64 , ± 78 , ± 92 , ± 104 , ± 118 , ± 130 , ± 144 , ± 158 , ± 172 , ± 184 , ± 198 , ± 212 , ± 226 , ± 238 , ± 252 , ± 266 , ± 280 , ± 292 , ± 306 , ± 320 , ± 334 , ± 346 , ± 360 , ± 372 , ± 386 , ± 400 , ± 414 , ± 426 , ± 440 , ± 454 , ± 468 , ± 480 y ± 494 ;

30 para unidades de recursos de 106, 242 o 484 tonos, las ubicaciones de tonos fijas se seleccionan de entre las ubicaciones de tonos correspondientes a los índices de tonos ± 24 , ± 50 , ± 92 , ± 118 , ± 158 , ± 184 , ± 226 , ± 252 , ± 266 , ± 292 , ± 334 , ± 360 , ± 400 , ± 426 , ± 468 y ± 494 ; y

35 para las unidades de recursos de 996 tonos, las ubicaciones de tonos fijas se seleccionan de entre las ubicaciones de tonos correspondientes a los índices de tonos ± 24 , ± 92 , ± 158 , ± 226 , ± 266 , ± 334 , ± 400 y ± 468 .

40 **11.** El aparato de la reivindicación 10, en el que la trama se obtiene como una transmisión de un solo usuario, SU, una transmisión multiusuario, MU, o una transmisión de acceso múltiple por división ortogonal de la frecuencia, OFDMA, o en el que la numerología es una primera numerología y los campos de entrenamiento se obtienen usando símbolos de una primera longitud de símbolo de acuerdo con dicha primera numerología que define tonos utilizables más cercanos a un borde del ancho de banda que los tonos utilizables definidos de acuerdo con una segunda numerología para la primera longitud de símbolo.

45 **12.** Un programa informático que comprende instrucciones para implementar un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-4 o 5-6.

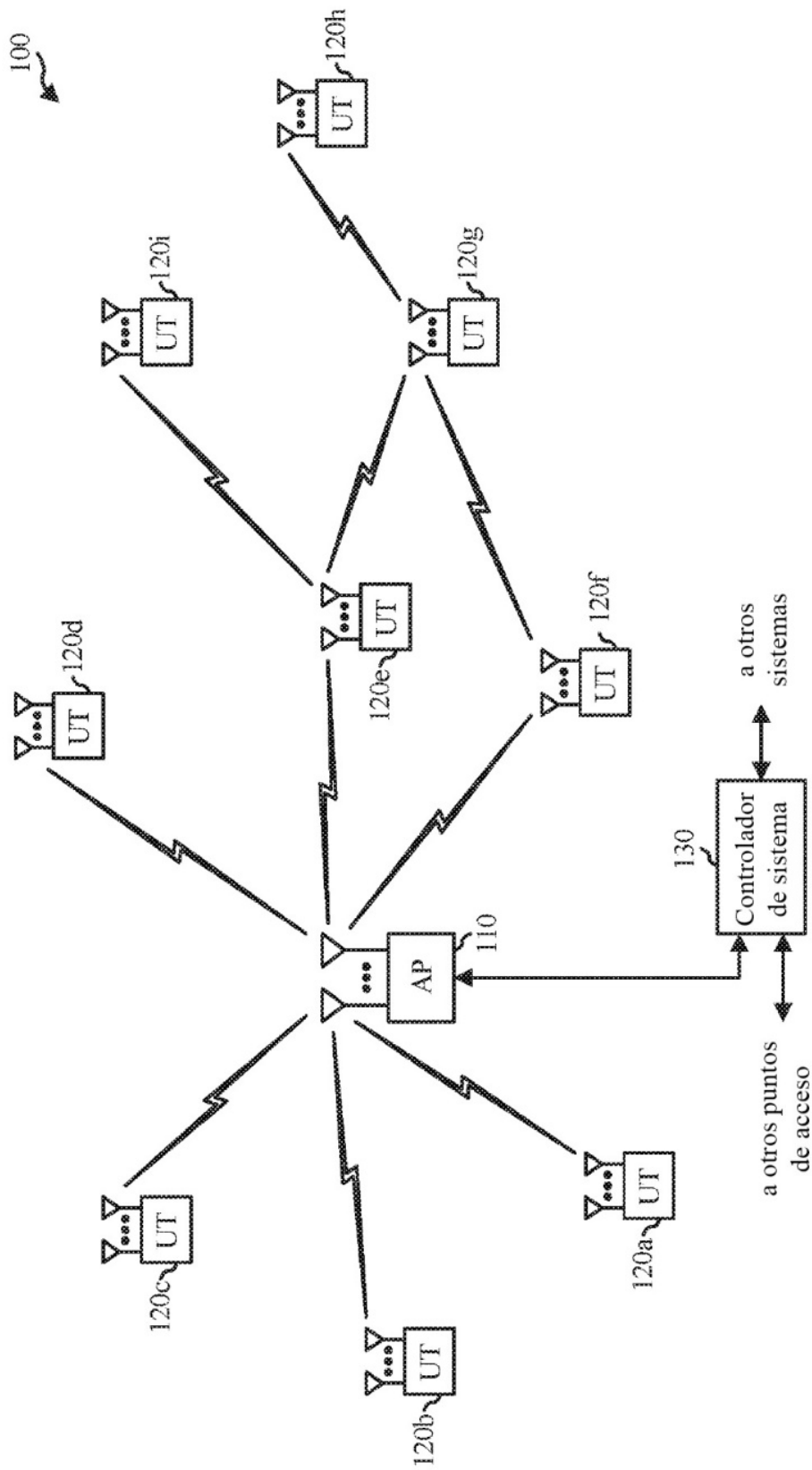


FIG. 1

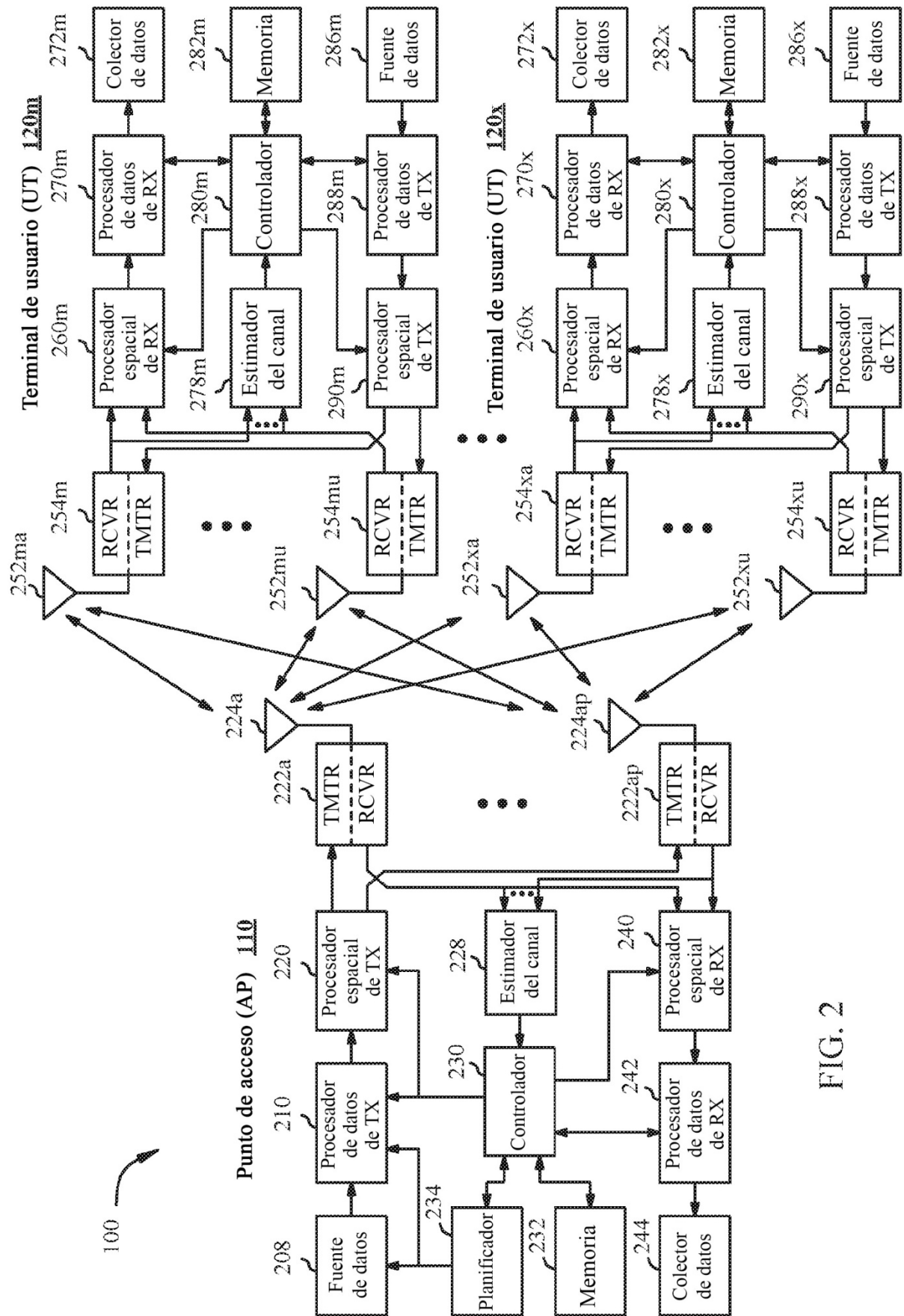


FIG. 2

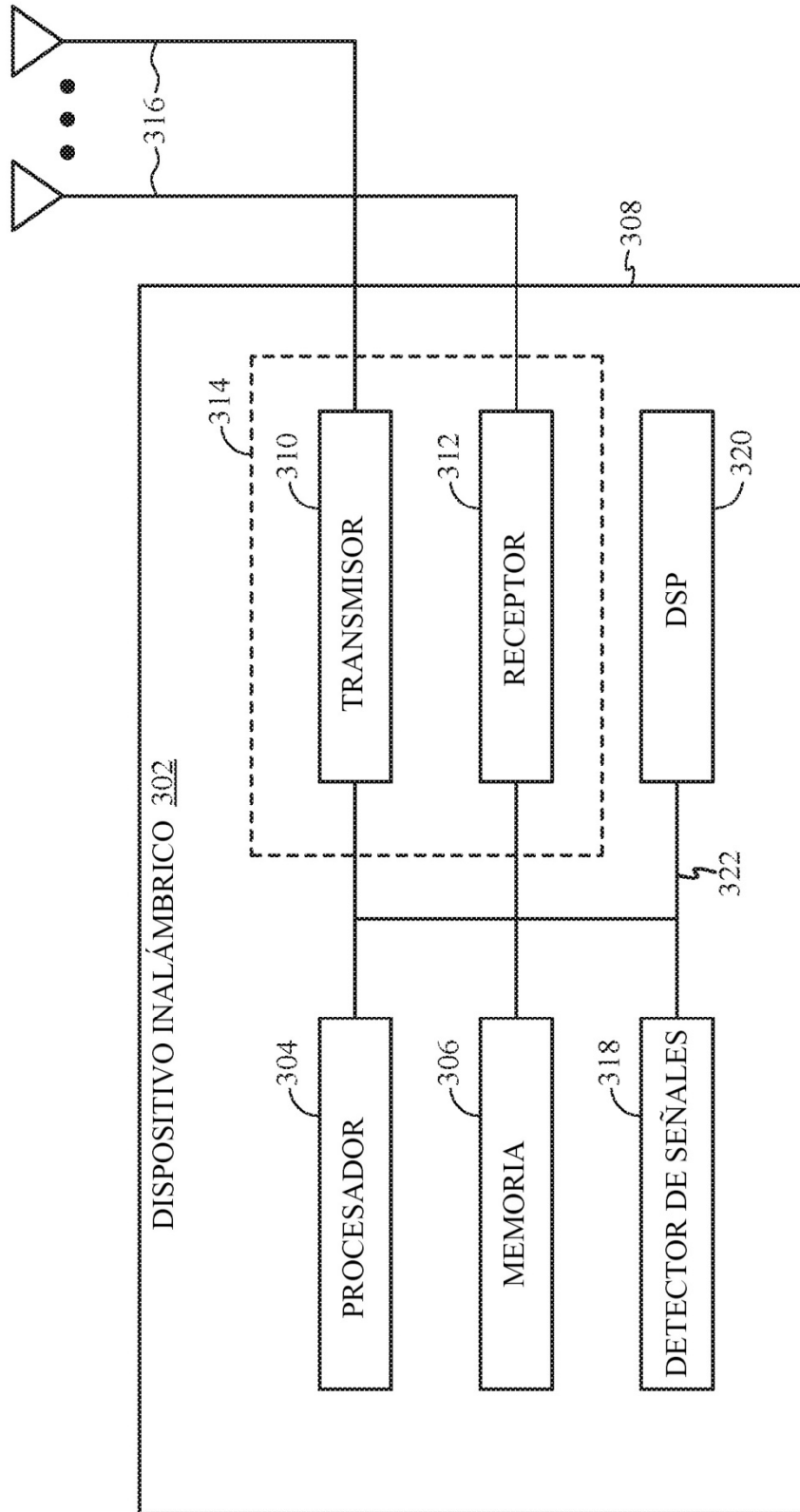


FIG. 3

400

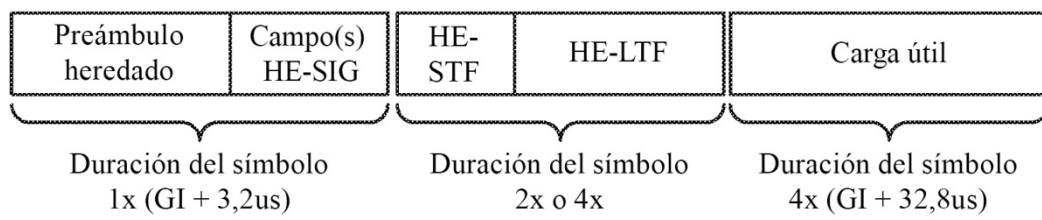



FIG. 4

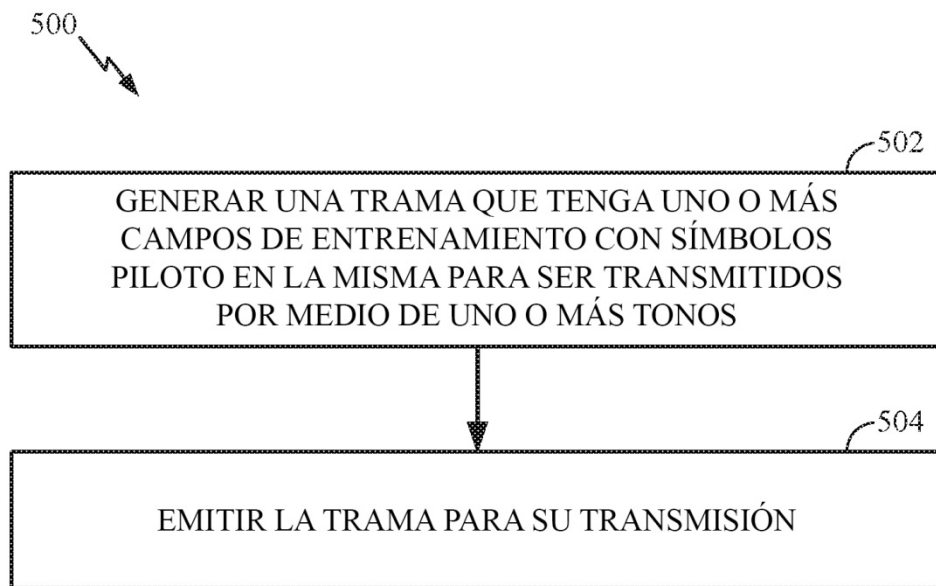


FIG. 5

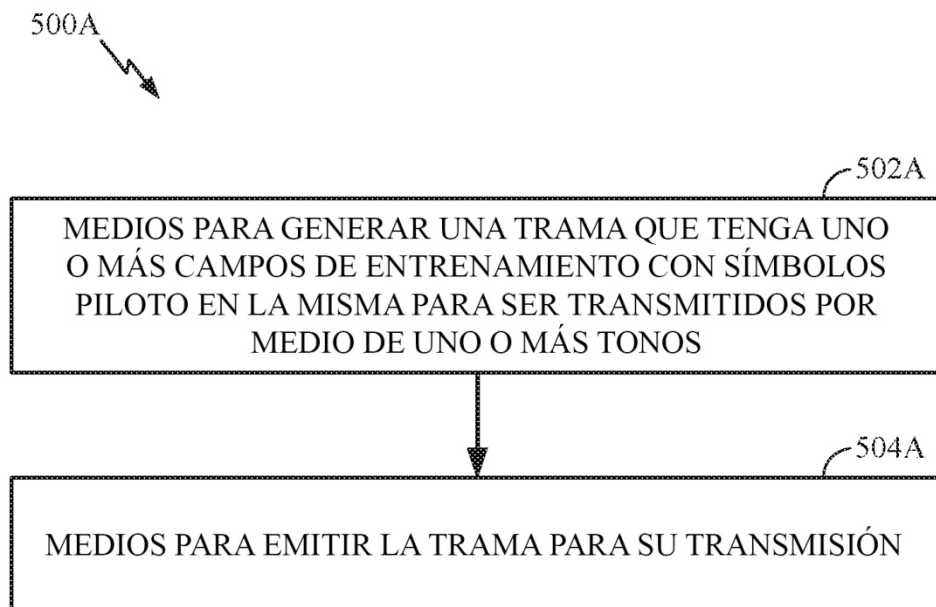


FIG. 5A

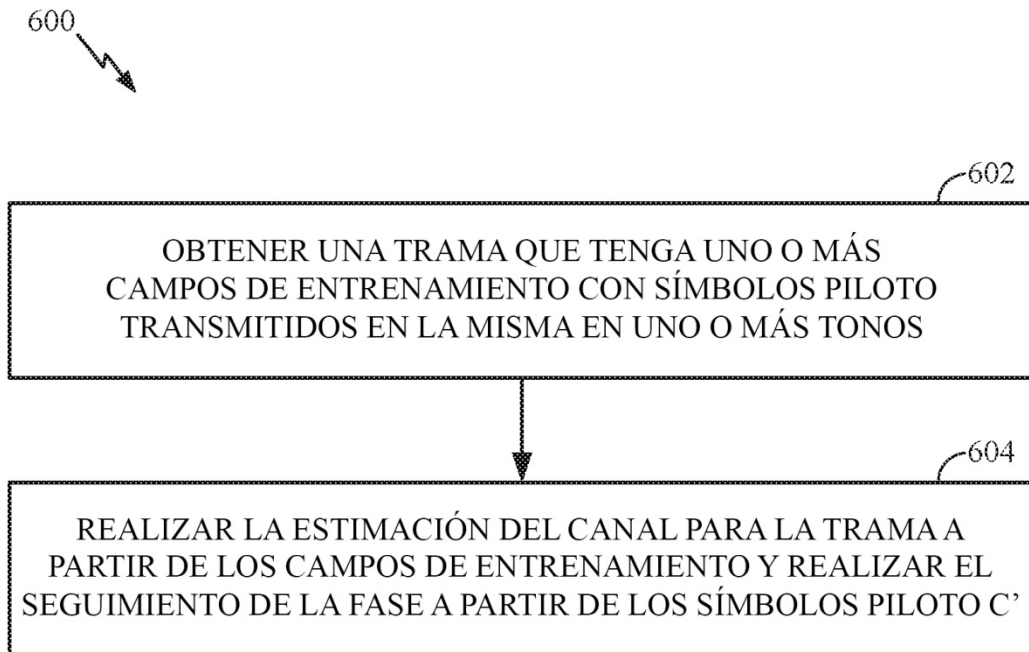


FIG. 6

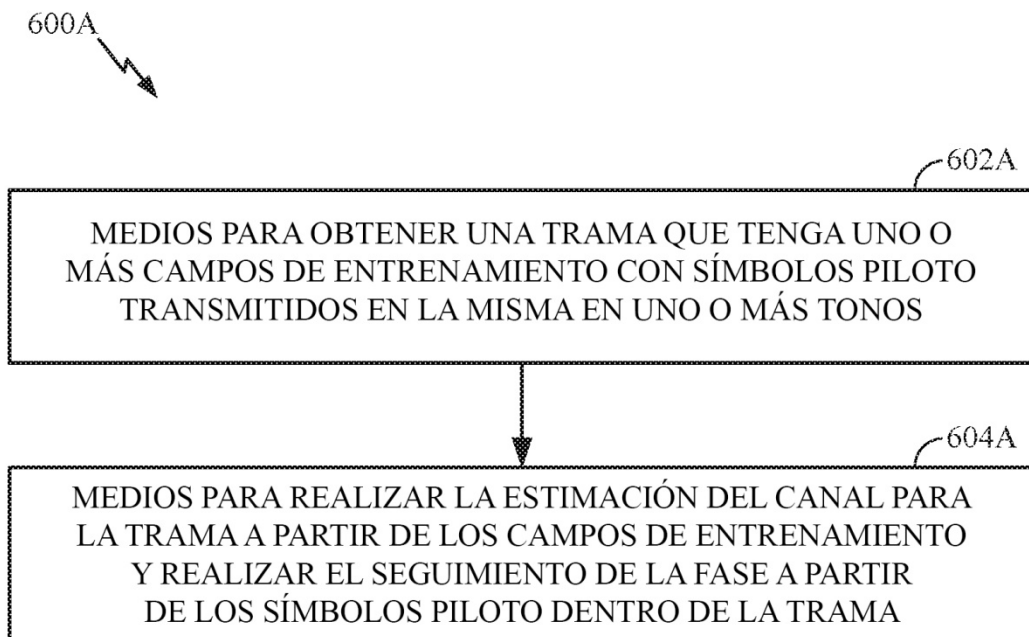


FIG. 6A

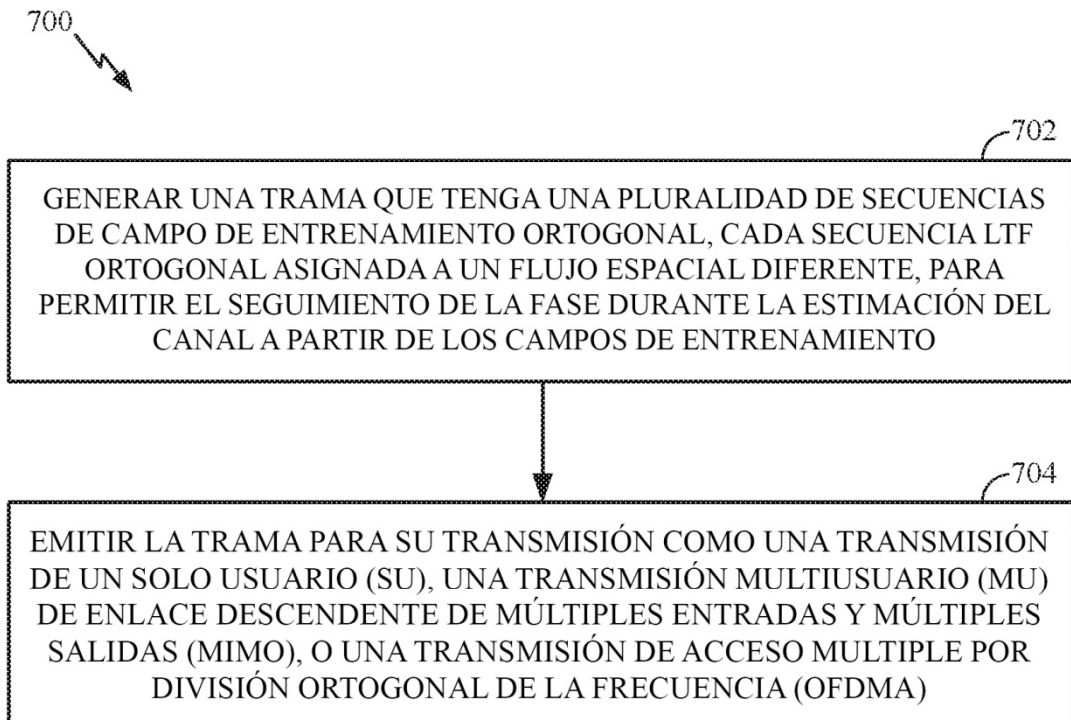


FIG. 7

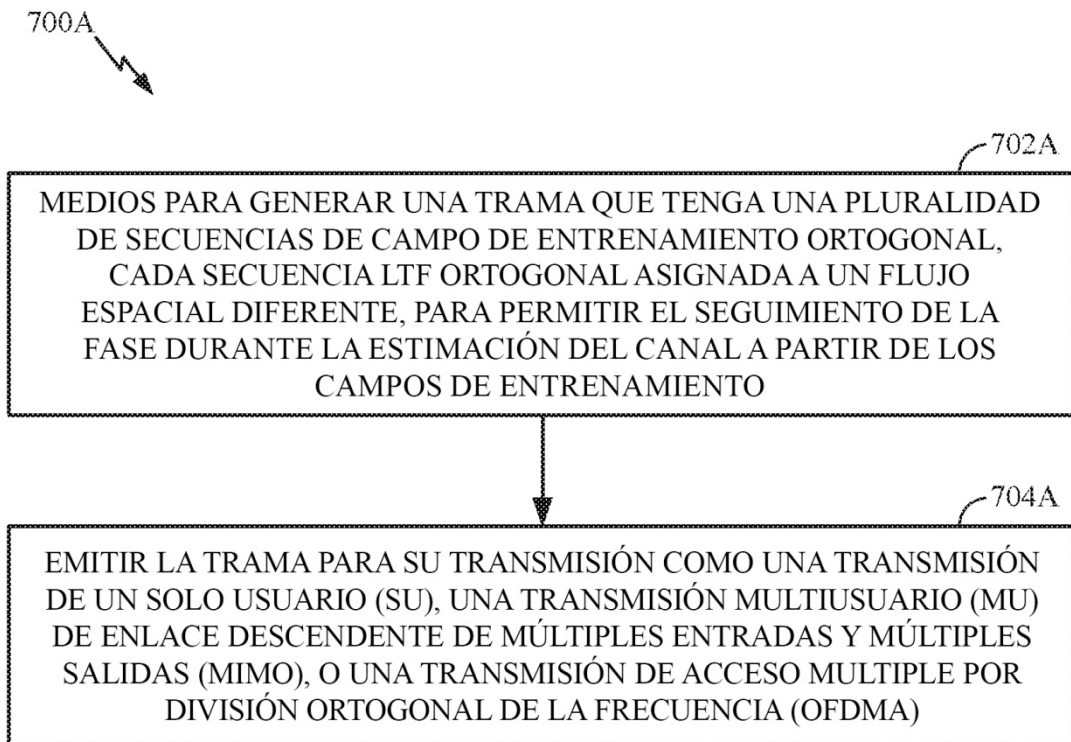


FIG. 7A

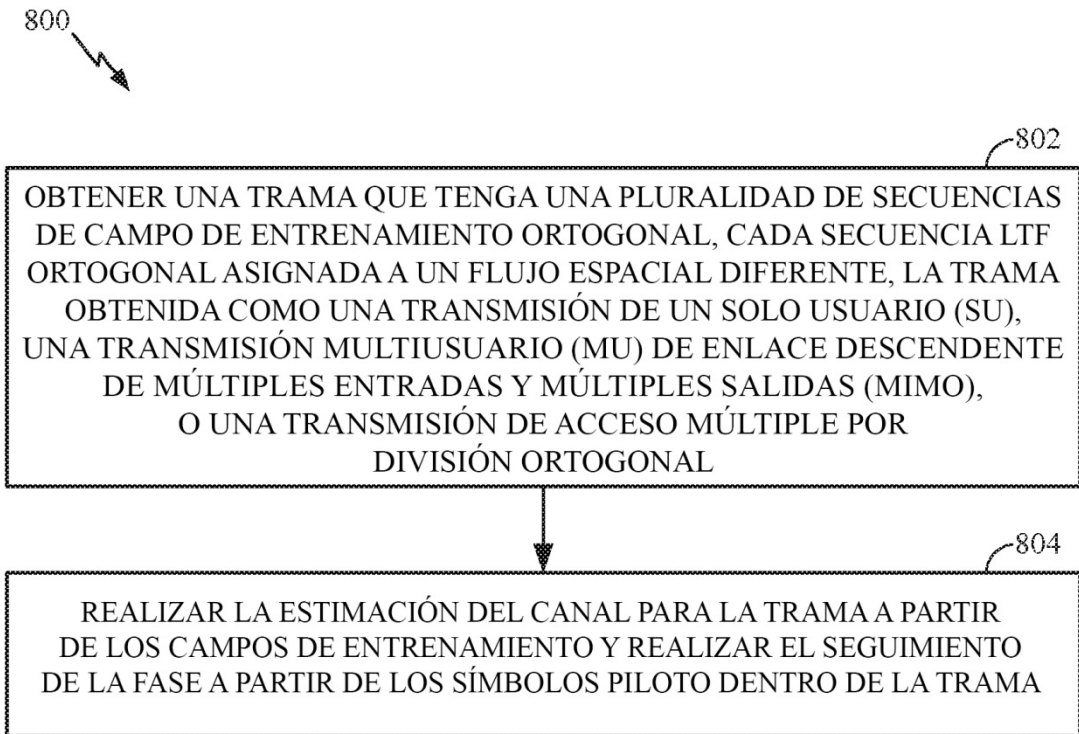


FIG. 8

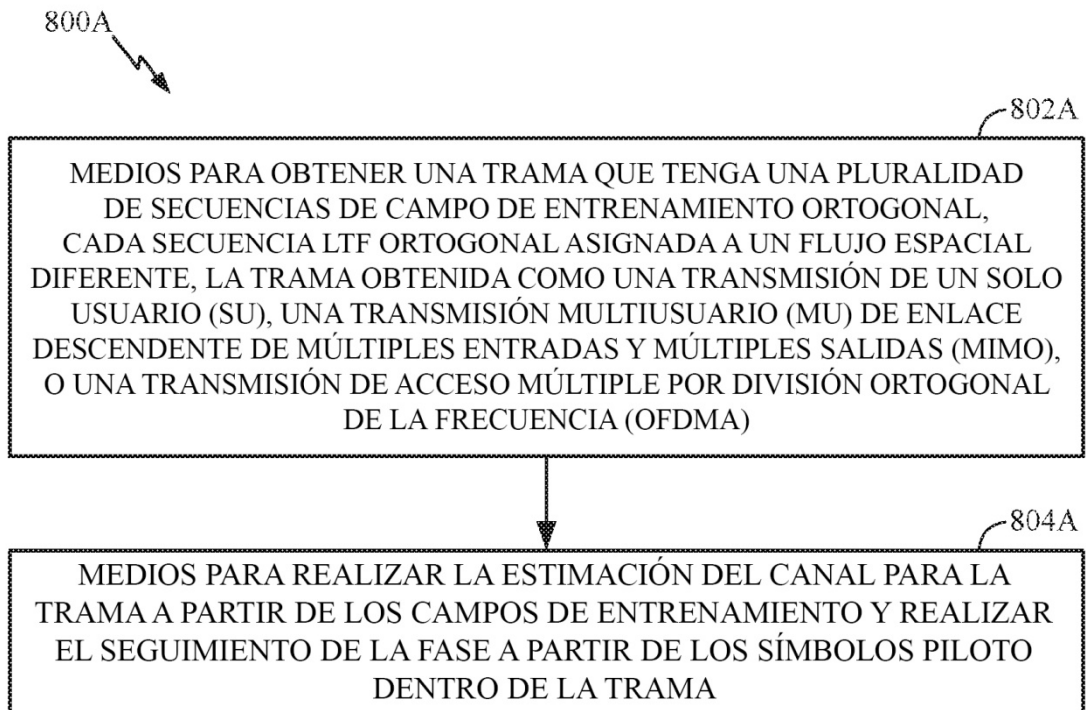


FIG. 8A

- Índices de tonos piloto en 20 MHz
 - $\pm 10, \pm 22, \pm 36, \pm 48, \pm 62, \pm 76, \pm 90, \pm 102, \pm 116$
- Índices de tonos piloto en 40 MHz
 - $\pm 10, \pm 24, \pm 36, \pm 50, \pm 64, \pm 78, \pm 90, \pm 104, \pm 116, \pm 130, \pm 144, \pm 158, \pm 170, \pm 184, \pm 198, \pm 212, \pm 224, \pm 238$
- Índices de tonos piloto en 80 MHz
 - $\pm 10, \pm 24, \pm 38, \pm 50, \pm 64, \pm 78, \pm 92, \pm 104, \pm 118, \pm 130, \pm 144, \pm 158, \pm 172, \pm 184, \pm 198, \pm 212, \pm 226, \pm 238, \pm 252, \pm 266, \pm 280, \pm 292, \pm 306, \pm 320, \pm 334, \pm 346, \pm 360, \pm 372, \pm 386, \pm 400, \pm 414, \pm 426, \pm 440, \pm 454, \pm 468, \pm 480, \pm 494$

FIG. 9

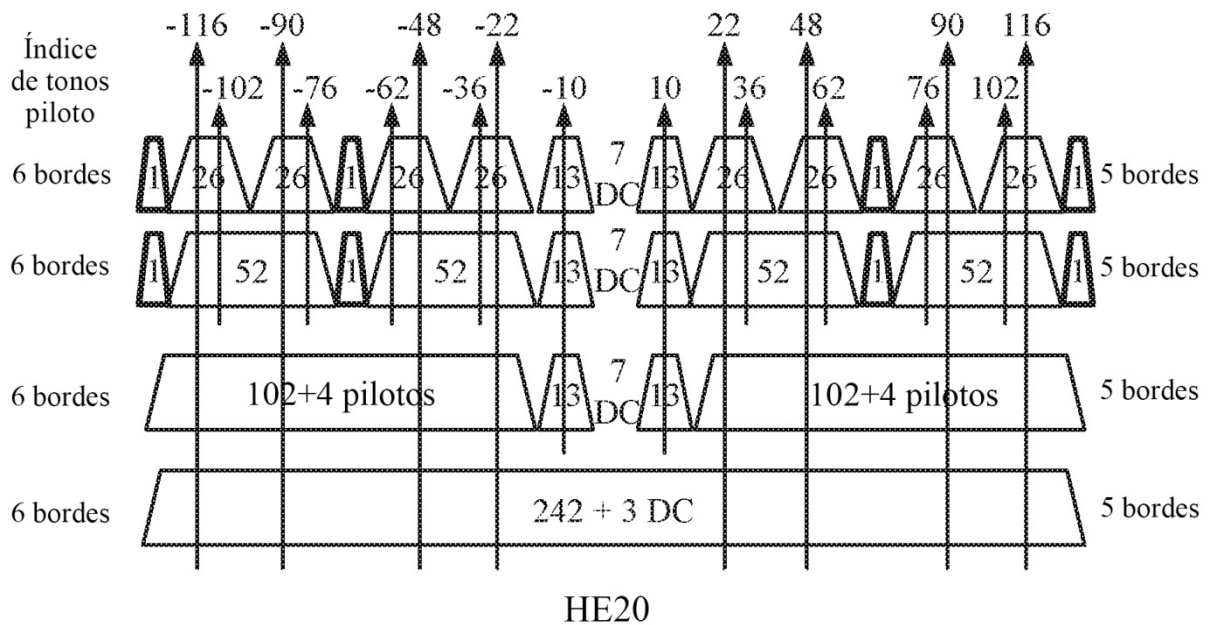


FIG. 10

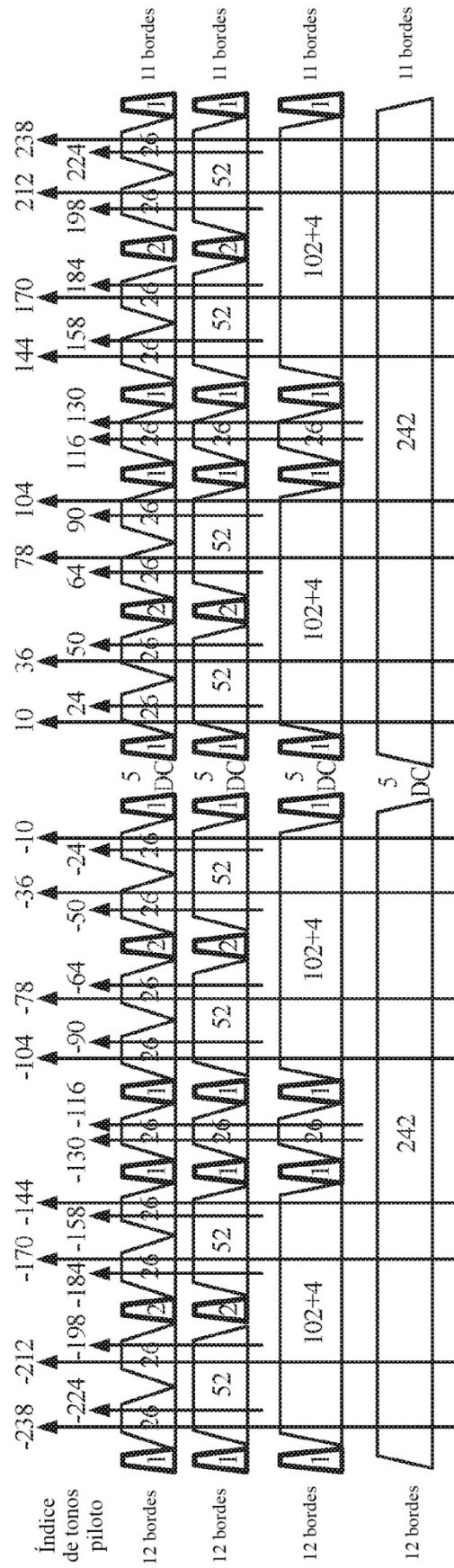


FIG. 11

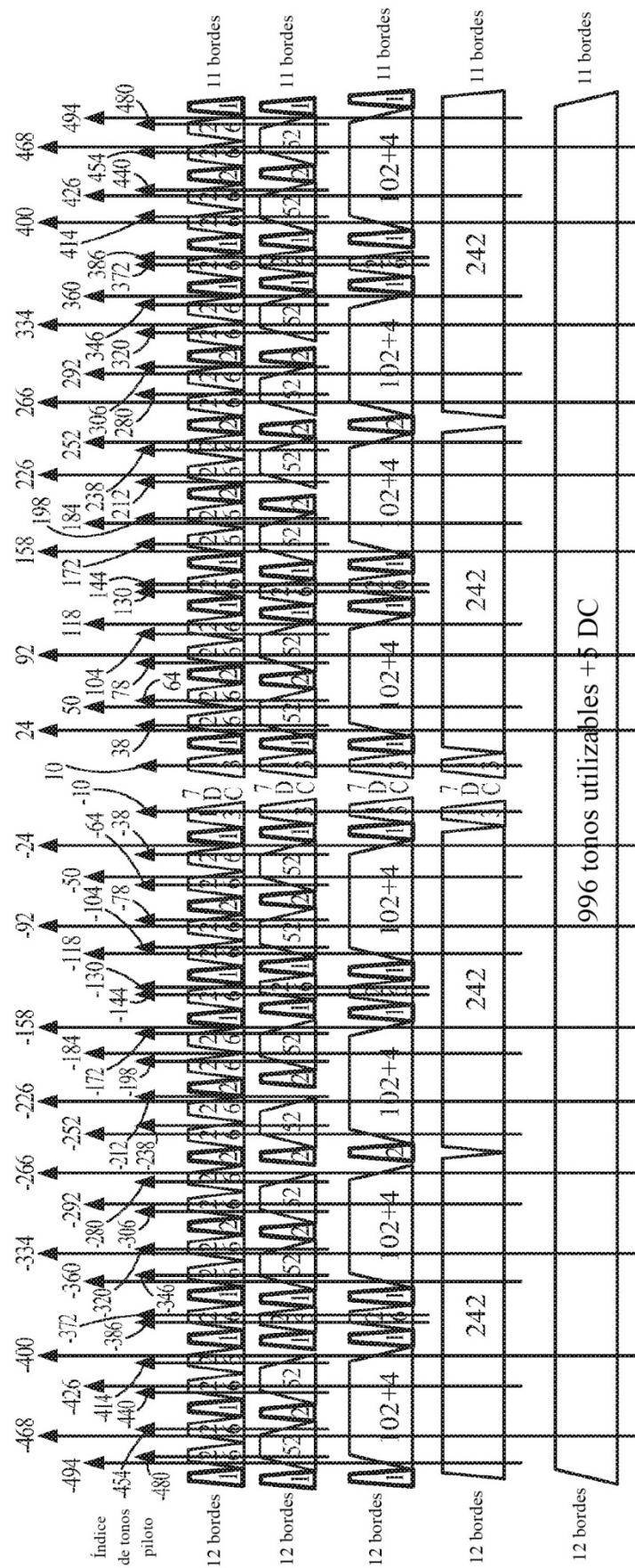


FIG. 12

Ancho de canal	Tamaño de RU	Índices de tonos piloto
20 MHz	26, 52	$\pm 10, \pm 22, \pm 36, \pm 48, \pm 62, \pm 76, \pm 90, \pm 102, \pm 116$
	106, 242	$\pm 22, \pm 48, \pm 90, \pm 116$
40 MHz	26, 52	$\pm 10, \pm 24, \pm 36, \pm 50, \pm 64, \pm 78, \pm 90, \pm 104, \pm 116, \pm 130, \pm 144, \pm 158, \pm 170, \pm 184, \pm 198, \pm 212, \pm 224, \pm 238$
	106, 242, 484	$\pm 10, \pm 36, \pm 78, \pm 104, \pm 144, \pm 170, \pm 212, \pm 238$
80 MHz	26, 52	$\pm 10, \pm 24, \pm 38, \pm 50, \pm 64, \pm 78, \pm 92, \pm 104, \pm 118, \pm 130, \pm 144, \pm 158, \pm 172, \pm 184, \pm 198, \pm 212, \pm 226, \pm 238, \pm 252, \pm 266, \pm 280, \pm 292, \pm 306, \pm 320, \pm 334, \pm 346, \pm 360, \pm 372, \pm 386, \pm 400, \pm 414, \pm 426, \pm 440, \pm 454, \pm 468, \pm 480, \pm 494$
	106, 242, 484	$\pm 24, \pm 50, \pm 92, \pm 118, \pm 158, \pm 184, \pm 226, \pm 252, \pm 266, \pm 292, \pm 334, \pm 360, \pm 400, \pm 426, \pm 468, \pm 494$
	996	$\pm 24, \pm 92, \pm 158, \pm 226, \pm 266, \pm 334, \pm 400, \pm 468$

FIG. 13

- Índices de tonos piloto en 20 MHz
 - $\pm 10, \pm 22, \pm 36, \pm 48, \pm 62, \pm 76, \pm 90, \pm 102, \pm 116$
- Índices de tonos piloto en 40 MHz
 - $\pm 8, \pm 22, \pm 34, \pm 48, \pm 62, \pm 76, \pm 88, \pm 102, \pm 116, \pm 130, \pm 144, \pm 158, \pm 170, \pm 184, \pm 198, \pm 212, \pm 224, \pm 238$
- Índices de tonos piloto en 80 MHz
 - $\pm 10, \pm 22, \pm 36, \pm 48, \pm 62, \pm 76, \pm 90, \pm 102, \pm 116, \pm 130, \pm 144, \pm 158, \pm 172, \pm 184, \pm 198, \pm 212, \pm 226, \pm 238, \pm 252, \pm 264, \pm 278, \pm 290, \pm 304, \pm 318, \pm 332, \pm 344, \pm 358, \pm 372, \pm 386, \pm 400, \pm 414, \pm 426, \pm 440, \pm 454, \pm 468, \pm 480, \pm 494$

FIG. 14

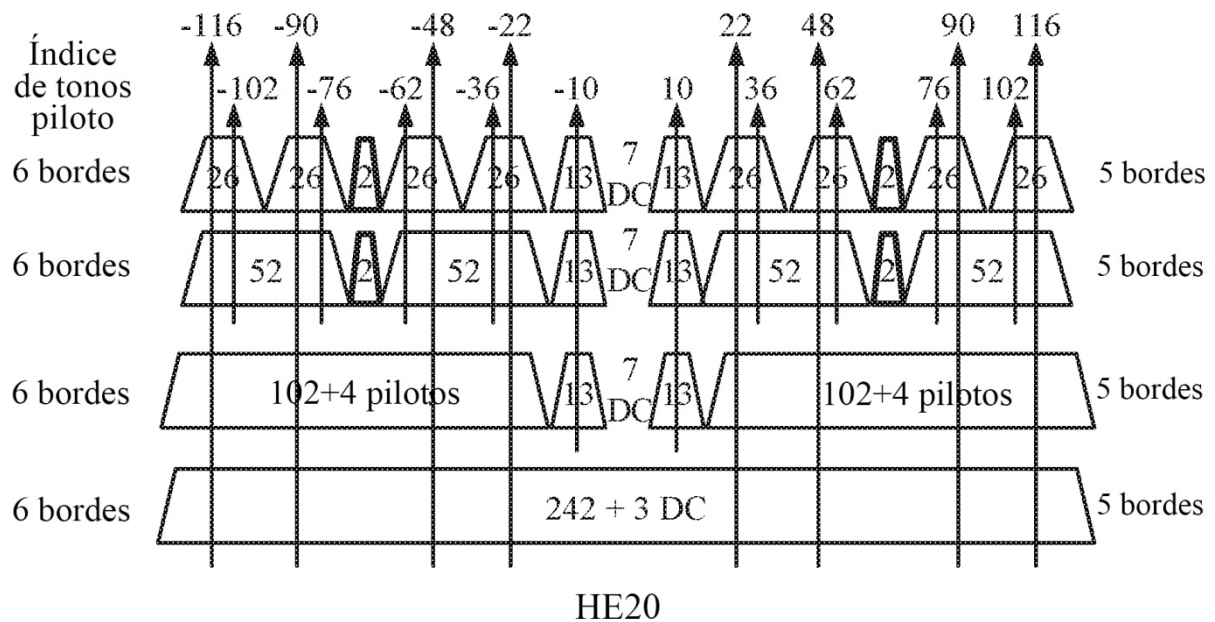
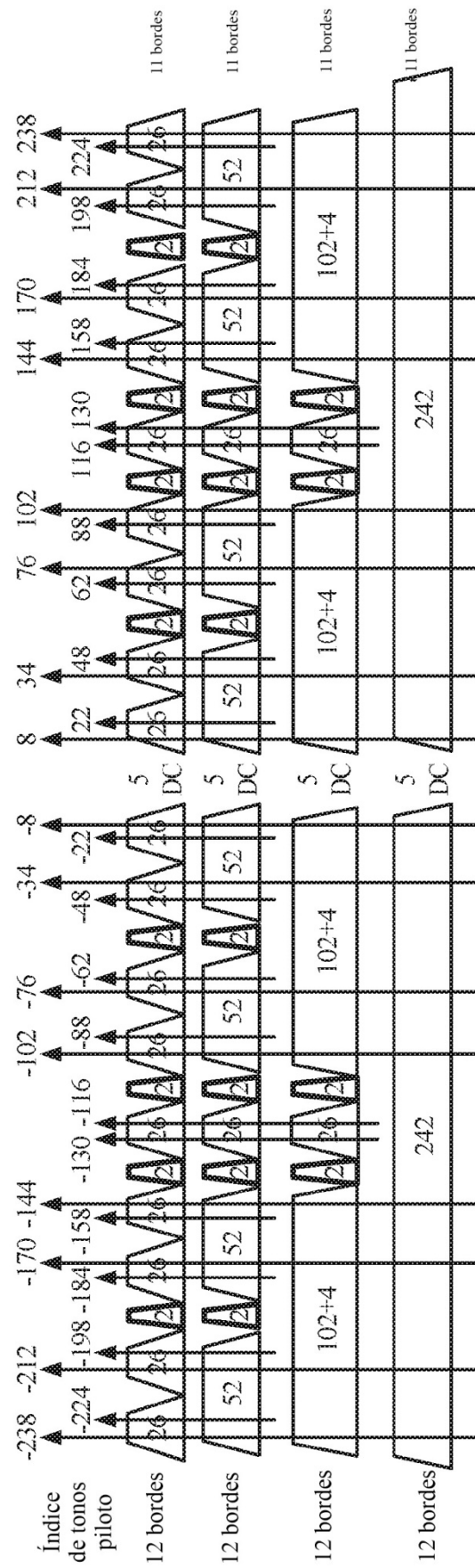


FIG. 15



HE40

FIG. 16

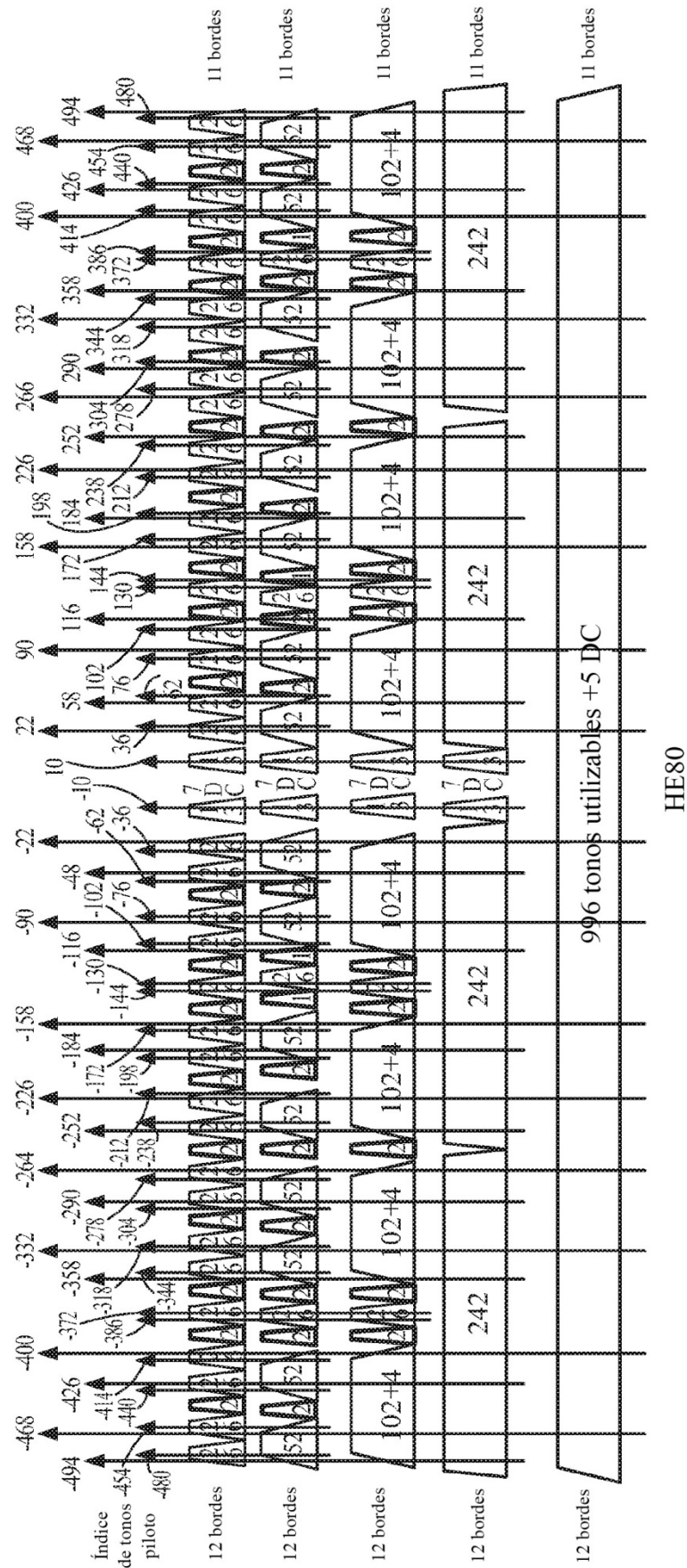


FIG. 17

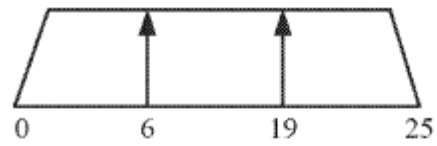


FIG. 18

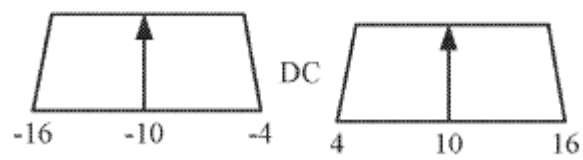
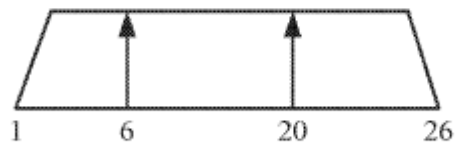
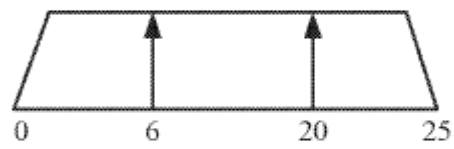
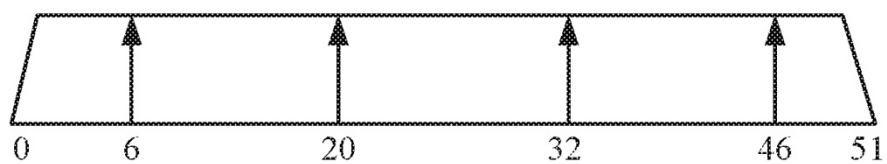
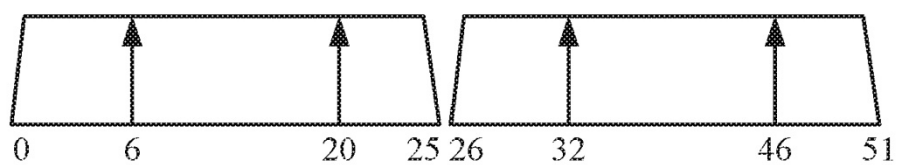


FIG. 19



estructura piloto de 52 tonos 11a



estructura piloto de 52 tonos 11a con
alineación con los pilotos en RU de 26 tonos

FIG. 20