

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 376 368**

51 Int. Cl.:

H04L 27/26 (2006.01)

H04L 5/02 (2006.01)

H04L 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07854562 .1**

96 Fecha de presentación: **01.11.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2078402**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **15.07.2009**

54 Título: **USO CONJUNTO DE ESQUEMAS DE MULTIPLEXADO CON MÚLTIPLES PORTADORAS Y PORTADORA ÚNICA PARA LA COMUNICACIÓN INALÁMBRICA.**

30 Prioridad:
01.11.2006 US 863885 P

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
13.03.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
13.03.2012

73 Titular/es:
QUALCOMM Incorporated
Attn: International IP Administration 5775
Morehouse Drive
San Diego, CA 92121, US

72 Inventor/es:
XU, Hao y
MALLADI, Durga Prasad

74 Agente/Representante:
Carpintero López, Mario

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).

ES 2 376 368 T3

DESCRIPCIÓN

Uso conjunto de esquemas de multiplexado con múltiples portadoras y portadora única para la comunicación inalámbrica.

Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

- 5 La presente solicitud reivindica el beneficio de prioridad según el Código Estadounidense 35, Sección 119, con respecto a la Solicitud de Patente Provisoria Estadounidense con N° de Serie 60 / 863.885, titulada "JOINT USE OF MULTI-CARRIER AND SINGLE-CARRIER MULTIPLEXING SCHEMES FOR WIRELESS COMMUNICATION" ["USO CONJUNTO DE ESQUEMAS DE MULTIPLEXADO DE MÚLTIPLES PORTADORAS Y PORTADORA ÚNICA PARA LA COMUNICACIÓN INALÁMBRICA"], registrada el 1 de noviembre de 2006.

Antecedentes de la invención

- 10 Los sistemas de comunicación inalámbrica están ampliamente extendidos para proporcionar diversos tipos de comunicaciones, tales como la voz, los datos, el vídeo, etc. Estos sistemas pueden ser sistemas de acceso múltiple, capaces de dar soporte a la comunicación con múltiples terminales de acceso, compartiendo los recursos de sistema disponibles (p. ej., el ancho de banda y la potencia de transmisión). Los ejemplos de tales sistemas de acceso múltiple incluyen los sistemas de acceso múltiple por división de código (CDMA), los sistemas de acceso múltiple por división del tiempo (TDMA), los sistemas de acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA) y los sistemas de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA), o el SC-FDM. Habitualmente, un sistema de comunicación inalámbrica comprende varias estaciones base, en donde cada estación base se comunica con una estación móvil usando un enlace directo y cada estación móvil (o terminal de acceso) se comunica con una o más estaciones base usando un enlace inverso.
- 15
- 20 Los sistemas basados en CDMA son generalmente más robustos en comparación con los sistemas de FDMA, ya que pueden aumentar flexiblemente los códigos de ensanchamiento en los canales, según los requisitos de ancho de banda. Por lo tanto, a diferencia de los sistemas de FDMA, permiten que los canales sean reutilizados entre células / sectores adyacentes. Sin embargo, tal reutilización de canales puede reducir la capacidad de los sistemas, además de causar interferencia en las fronteras de células / sectores que comparten los canales. Por tanto, si bien el CDMA puede brindar efectivamente muchas señales de baja velocidad de datos, como la voz móvil, esta tecnología puede no estar bien adaptada para la entrega simultánea de señales de alta velocidad, tales como los datos de banda ancha.
- 25

- Los sistemas basados en OFDM son más efectivos al abordar la multitrayectoria y el desvanecimiento selectivo de frecuencias en un canal de banda ancha. Un canal selectivo de frecuencia ocurre cuando una señal transmitida experimenta un entorno de multitrayectoria, donde un símbolo recibido dado puede estar potencialmente corrompido por un cierto número de símbolos anteriores. Este fenómeno se conoce generalmente como interferencia entre símbolos (ISI). El OFDM se basa en la idea del multiplexado por división de frecuencia (FDM), que implica enviar múltiples señales a distintas frecuencias. Una señal de banda base de OFDM es una suma de un cierto número de subportadoras ortogonales escasamente separadas. Al utilizar las frecuencias ortogonales, las subportadoras dentro de un sistema de OFDM pueden efectivamente solaparse sin interferir entre sí, logrando por ello una mayor eficiencia espectral, en comparación con el FDM. Si bien los sistemas de OFDM facilitan dar servicio a varios usuarios simultáneamente, asignando distintos conjuntos de subportadoras ortogonales a distintos usuarios, padecen de alta PAPR (Razón de Potencia entre Máximo y Promedio), lo que lleva a una inferior eficiencia de la potencia. Esta desventaja puede ser superada por una versión modificada del OFDM para transmisiones del enlace ascendente en la "evolución a largo plazo" (LTE) de sistemas celulares, llamada FDM de portadora única (SC-FDM).
- 30
- 35 Los sistemas de SC-FDM son similares a los sistemas de OFDM, ya que usan distintas frecuencias ortogonales (subportadoras) para transmitir símbolos de información. Sin embargo, en contraste con los sistemas de OFDM, los símbolos de información pasan primero a través de una transformación / ensanchamiento de DFT antes de pasar a través de la asociación de tonos y la IFFT. Esta operación reduce las fluctuaciones en el dominio temporal y lleva a una menor PAPR. Dentro de los sistemas de SC-FDM, las subportadoras pueden distribuirse entre terminales según distintos procedimientos. Un procedimiento conocido como el SC-FDM localizado (LFDM) implica asignar un conjunto contiguo de subportadoras a un equipo de usuario (UE) para transmitir sus símbolos. Otro procedimiento se conoce como el FDM intercalado (IFDM), donde las subportadoras ocupadas son equidistantes entre sí. Sin embargo, debido a varios factores, el SC-FDM puede restringir las operaciones que tienen necesidad de sistemas / procedimientos de comunicación que puedan brindar flexibilidad mientras optimizan la utilización de la potencia.
- 40
- 45

Resumen de la invención

50 Lo siguiente presenta un resumen simplificado de la materia en cuestión reivindicada, a fin de proporcionar una comprensión básica de algunos aspectos de la materia en cuestión reivindicada. Este resumen no es un panorama extenso de la materia en cuestión reivindicada. No está concebido para identificar elementos clave, o críticos, de la materia en cuestión reivindicada, ni para delinear el alcance de la materia en cuestión reivindicada. Su único propósito es

presentar algunos conceptos de la materia en cuestión reivindicada en forma simplificada, como un preludio para la descripción más detallada que se presenta más adelante. Se revela un aparato que facilita la flexibilidad en sistemas de comunicación, según un aspecto. Comprende un procesador asociado a un Nodo B que indica a uno o más equipos de usuario (UE), para funcionar según un esquema de multiplexado de múltiples portadoras, o un esquema de multiplexado de portadora única, y para realizar el procesamiento para una transmisión recibida desde el UE según el esquema de multiplexado indicado. Uno o más transmisores transmiten al menos la indicación a uno o más UE. Los UE pueden transmitir sus atributos, por ejemplo, las SNR, al Nodo B, que puede utilizar los atributos transmitidos para determinar un esquema de multiplexado adecuado para los respectivos UE.

Según aspectos adicionales, los UE con altas SNR utilizan un esquema de multiplexado de múltiples portadoras, tal como OFDM, mientras que los UE con bajas SNR utilizan un esquema de multiplexado de portadora única, tal como LFDM. Según un aspecto adicional, el procesador asociado al Nodo B selecciona el esquema de multiplexado de portadora única para la operación de entrada única y múltiples salidas (SIMO), y el esquema de multiplexado de múltiples portadoras para la operación de entradas múltiples y salidas múltiples (MIMO).

Otro aspecto está asociado a las operaciones del planificador. Como se ha indicado anteriormente, mientras el LFDM está asociado a una baja PAPR, restringe las operaciones del planificador, ya que permite la transmisión de datos solamente sobre bloques de recursos contiguos. Un planificador según diversos aspectos revelados en la presente memoria selecciona semiestáticamente el esquema de multiplexado de portadora única o el esquema de multiplexado de múltiples portadoras para el UE. En base, por ejemplo, a la SNR asociada al UE, el planificador puede o bien facilitar la transmisión en modalidad de OFDM para un UE con alta SNR, o bien la modalidad de LFDM para un UE con baja SNR. Según aspectos adicionales, un UE puede transmitir múltiples flujos de datos. En este caso, el planificador facilita la transmisión de flujos de datos con alta SNR en un esquema de multiplexado de múltiples portadoras, como el OFDM, y flujos de datos con baja SNR en un esquema de multiplexado de portadora única, como el LFDM.

Así, en base a la selección del esquema de multiplexado, se asocian otros aspectos a la utilización de una unidad de DFT (Transformada Discreta de Fourier) en un modulador. Los símbolos asociados al esquema de LFDM se transforman usando una unidad de DFT en el modulador, mientras que la unidad de DFT es omitida al procesar símbolos según el esquema de OFDM. Adicionalmente, el UE se planifica para transmitir por subportadoras continuas para un esquema de multiplexado de portadora única, mientras que pueden asignarse subportadoras continuas o no continuas al UE para las transmisiones que utilizan un esquema de multiplexado de múltiples portadoras.

Según un aspecto adicional, el planificador también puede seleccionar dinámicamente el esquema de multiplexado de portadora única o el esquema de multiplexado de múltiples portadoras para el UE. Envía una indicación del esquema seleccionado mediante señalización al UE. La señalización puede comprender un bit de modalidad con un primer valor para indicar la selección del esquema de multiplexado de múltiples portadoras o un segundo valor para indicar que se ha seleccionado un esquema de multiplexado de múltiples portadoras.

Otro aspecto se refiere a la recepción de transmisiones desde el UE mediante antenas múltiples, y a la realización de la detección de entradas múltiples y salidas múltiples (MIMO) para separar espacialmente múltiples flujos enviados en la transmisión. Si se reciben múltiples flujos de datos en el Nodo B desde un UE, el procesador puede procesar los flujos de datos modulados usando el esquema de multiplexado de portadora única como SIMO, y los flujos modulados con el esquema de multiplexado de múltiples portadoras como MIMO.

Otro aspecto se refiere a un procedimiento de comunicación inalámbrica que incluye: enviar una indicación a un equipo de usuario (UE) para que funcione según un esquema de multiplexado de portadoras múltiples o un esquema de multiplexado de portadora única. Un procesador en un Nodo B asociado realiza el procesamiento para una transmisión recibida desde el UE según el esquema de multiplexado indicado. Un aspecto adicional se refiere a la recepción de atributos, por ejemplo, valores de SNR asociados a transmisiones desde el UE. En consecuencia, distintos aspectos de la metodología se refieren a la selección del esquema de multiplexado de portadora única para las transmisiones con una baja razón entre señal y ruido (SNR) y la selección del esquema de multiplexado de portadoras múltiples para una transmisión con alta SNR. Una combinación de esquemas de multiplexado de portadora única y de múltiples portadoras, según se detalla más adelante, se utiliza para transmitir una pluralidad de flujos de datos con distintos valores de SNR.

En otro aspecto, se revela un sistema en el cual un procesador está configurado para recibir una indicación sobre si debería funcionar según un esquema de multiplexado de múltiples portadoras o un esquema de multiplexado de portadora única. En base a la indicación, procesa los datos a transmitir. Por ejemplo, los datos podrían procesarse usando un esquema de multiplexado de múltiples portadoras tal como el OFDM, en el cual los datos se asocian a una entre las subportadoras continuas o discontinuas, o un esquema de multiplexado de portadora única, tal como LFDM, en el cual los datos pueden asociarse a un conjunto continuo de subportadoras. El UE puede conmutar entre los dos esquemas distintos, bien semiestáticamente o bien dinámicamente, en base a la indicación recibida desde un Nodo B asociado. En un aspecto adicional, el UE puede emplear distintos esquemas de multiplexado para distintas capas en una operación de MIMO, si transmite una pluralidad de flujos de datos con distintos valores de SNR.

Otros aspectos se refieren a la generación de secuencias piloto en el UE, según una selección del esquema de multiplexado. Si se selecciona un esquema de multiplexado de portadora única, el procesador puede generar una primera secuencia piloto en base a una secuencia polifásica. Adicionalmente, el procesador envía un piloto sin datos en un símbolo de portadora única si se selecciona el esquema de multiplexado de portadora única. Por el contrario, si se selecciona un esquema de multiplexado de múltiples portadoras, los datos pueden multiplexarse con los símbolos piloto en un único símbolo de multiportadora.

La siguiente descripción y los dibujos adjuntos exponen en detalle ciertos aspectos ilustrativos de la materia en cuestión reivindicada. Estos aspectos son indicativos, sin embargo, de apenas unas pocas de las diversas formas en las cuales pueden emplearse los principios de la materia en cuestión reivindicada, y la materia en cuestión reivindicada está concebida para incluir todos dichos aspectos y sus equivalentes. Otras ventajas y características distinguidas de la materia en cuestión reivindicada se harán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de la materia en cuestión reivindicada, cuando se considere conjuntamente con los dibujos.

Breve descripción de los dibujos

La FIG. 1 muestra un sistema de comunicación inalámbrica con múltiples Nodos B y múltiples equipos de usuario (UE).

La FIG. 2A muestra una estructura de subportadora que se usa para el OFDM según una realización.

La FIG. 2B muestra una estructura de subportadora que puede usarse para el SC-FDM según un aspecto.

La FIG. 3 muestra un diagrama en bloques de un Nodo B y dos UE y un sistema.

La FIG. 4A muestra un diagrama en bloques de un modulador de OFDM que se usa según un aspecto.

La FIG. 4B muestra un diagrama en bloques de un modulador de LFDM que también puede usarse según otro aspecto.

La FIG. 5A muestra un diagrama en bloques de un demodulador de OFDM.

La FIG. 5B ilustra un diagrama en bloques de un demodulador de LFDM.

La FIG. 6 ilustra un aspecto que se denomina separación semiestática, en el cual un UE está configurado para el funcionamiento en la modalidad de OFDM o la modalidad de LFDM, según distintos aspectos.

La FIG. 7 es una metodología de comunicación asociada a un aspecto distinto, que se denomina planificación dinámica.

La FIG. 8 es un diagrama de flujo que detalla el funcionamiento de un planificador según un aspecto.

La FIG. 9 ilustra un diagrama de un árbol de canales que comprende $B = 16$ conjuntos de subportadoras en el primer nivel, que pueden usarse para asignar bloques de recursos según un aspecto.

La FIG. 10 es un diagrama de flujo que ilustra una metodología de planificación que usa subbandas para mejorar las prestaciones.

La FIG. 11 es una metodología de comunicación que utiliza diversos aspectos descritos en la presente memoria para implementar esquemas de OFDM / LFDM dentro de un sistema MU-MIMO, a fin de aprovechar características dentro de ambos sistemas.

La FIG. 12 ilustra otro aspecto que se refiere a la incorporación de las ventajas de esquemas de OFDM / LFDM dentro de un sistema de comunicación.

La FIG. 13 es una metodología de transmisión utilizada por un sistema de comunicación al transmitir en la modalidad de LFDM según diversos aspectos detallados en la presente memoria.

Descripción de la invención

Se describe ahora la materia en cuestión reivindicada con referencia a los dibujos, en los cuales los números iguales de referencia se usan para referirse a elementos iguales en toda su extensión. En la siguiente descripción, con fines explicativos, se exponen numerosos detalles específicos a fin de proporcionar una exhaustiva comprensión de la materia en cuestión reivindicada. Puede ser evidente, sin embargo, que la materia en cuestión reivindicada puede ponerse en práctica sin estos detalles específicos. En otros casos, se muestran estructuras y dispositivos bien conocidos en forma de diagrama en bloques, a fin de facilitar la descripción de la materia en cuestión reivindicada.

Se describen ahora varias realizaciones con referencia a los dibujos, en los cuales se usan números iguales de referencia para referirse a elementos iguales en toda su extensión. En la siguiente descripción, con fines explicativos, se exponen numerosos detalles específicos a fin de proporcionar una exhaustiva comprensión de uno o más aspectos. Puede ser

- evidente, sin embargo, que tal(es) realización(es) puede(n) ponerse en práctica sin estos detalles específicos. En otros casos, estructuras y dispositivos bien conocidos se muestran en forma de diagrama en bloques a fin de facilitar la descripción de una o más realizaciones. Según se usan en esta solicitud, los términos “componente”, “módulo”, “sistema” y similares están concebidos para referirse a una entidad relacionada con ordenadores, ya sea hardware, firmware, una combinación de hardware y software, software, o software en ejecución. Por ejemplo, un componente puede ser, pero no está limitado a ser, un proceso ejecutándose en un procesador, un procesador, un circuito integrado, un objeto, un módulo ejecutable, un hilo de ejecución, un programa y / o un ordenador. A modo de ilustración, tanto una aplicación ejecutándose en un dispositivo informático como el dispositivo informático puede ser un componente. Uno o más componentes pueden residir dentro de un proceso y / o hilo de ejecución, y un componente puede localizarse en un ordenador y / o distribuirse entre dos o más ordenadores. Además, estos componentes pueden ser ejecutados desde diversos medios legibles por ordenador, con diversas estructuras de datos almacenadas en los mismos. Los componentes pueden comunicarse por medio de procesos locales y / o remotos, tal como según una señal con uno o más paquetes de datos (p. ej., datos de un componente interactuando con otro componente en un sistema local, un sistema distribuido y / o a través de una red tal como Internet, con otros sistemas por medio de la señal).
- Se presentarán diversas realizaciones en términos de sistemas que pueden incluir un cierto número de dispositivos, componentes, módulos y similares. Ha de entenderse y apreciarse que los diversos sistemas pueden incluir dispositivos adicionales, componentes, módulos, etc., y / o pueden no incluir todos los dispositivos, componentes, módulos, etc., expuestos con respecto a las figuras. También puede usarse una combinación de estos enfoques.
- La palabra “ejemplar” se usa en la presente memoria para significar “que sirve como un ejemplo, caso o ilustración”. Cualquier realización o diseño descrito en la presente memoria como “ejemplar” no ha de interpretarse necesariamente como preferido o ventajoso sobre otras realizaciones o diseños. La palabras “escuchando” se usa en la presente memoria para significar que un dispositivo destinatario (punto de acceso o terminal de acceso) está recibiendo y procesando datos recibidos por un canal dado.
- Diversos aspectos pueden incorporar esquemas de inferencia y / o técnicas con respecto al tránsito por recursos de comunicación. Según se usa en la presente memoria, el término “inferencia” se refiere en general al proceso de razonar acerca de, o de inferir, estados del sistema, entorno y / o usuario a partir de un conjunto de observaciones, según sean capturadas mediante sucesos y / o datos. La inferencia puede emplearse para identificar un contexto o acción específicos, o puede generar una distribución de probabilidad sobre los estados, por ejemplo. La inferencia puede ser probabilística – es decir, el cálculo de una distribución de probabilidad sobre estados de interés en base a una consideración de datos y sucesos, o de la teoría de la decisión, apoyándose sobre la inferencia probabilística, y considerando acciones visualizadas de la máxima utilidad esperada, en el contexto de la incertidumbre en cuanto a objetivos e intenciones del usuario. La inferencia también puede referirse a técnicas empleadas para componer sucesos de mayor nivel a partir de un conjunto de sucesos y / o datos. Tal inferencia da como resultado la construcción de nuevos sucesos o acciones a partir de un conjunto de sucesos observados y / o datos de sucesos almacenados, ya sea que los sucesos estén o no correlacionados en estrecha proximidad temporal, y ya sea que los sucesos y los datos provengan de una o varias fuentes de sucesos y datos.
- Además, se describen en la presente memoria diversos aspectos con respecto a una estación de abonado. Una estación de abonado también puede llamarse un sistema, una unidad de abonado, una estación móvil, un móvil, una estación remota, un punto de acceso, un terminal remoto, un terminal de acceso, un terminal de usuario, un agente de usuario, un dispositivo de usuario, un dispositivo móvil, un dispositivo de comunicaciones portátil, o un equipo de usuario. Una estación de abonado puede ser un teléfono celular, un teléfono inalámbrico, un teléfono del Protocolo de Iniciación de Sesión (SIP), una estación de bucle local inalámbrico (WLL), una agenda electrónica (PDA), un dispositivo de mano con capacidad de conexión inalámbrica u otro dispositivo de procesamiento conectado con un módem inalámbrico.
- Además, diversos aspectos o características descritos en la presente memoria pueden implementarse como un procedimiento, aparato o artículo de fabricación, usando técnicas estándar de programación y / o ingeniería. El término “artículo de fabricación”, según se usa en la presente memoria, está concebido para abarcar un programa de ordenador accesible desde cualquier dispositivo, portador o medio legible por ordenador. Por ejemplo, los medios legibles por ordenador pueden incluir, pero no se limitan a, dispositivos de almacenamiento magnético (p. ej., disco rígido, disco flexible, tiras magnéticas...), discos ópticos (p. ej., disco compacto (CD), disco versátil digital (DVD)...), tarjetas inteligentes y dispositivos de memoria flash (p. ej., tarjeta, varilla, controlador de llave...). Adicionalmente, diversos medios de almacenamiento descritos en la presente memoria pueden representar a uno o más dispositivos y / u otros medios legibles por máquina para almacenar información. El término “medio legible por máquina” puede incluir, sin limitarse a, canales inalámbricos y varios otros medios capaces de almacenar, contener y / o llevar una o más instrucciones y / o datos.
- La reducción de la PAPR es un factor considerable para las transmisiones del enlace ascendente, donde se necesita optimizar el uso del amplificador de potencia para el UE. Por lo tanto, se escoge el LFDM como la onda de transmisión para los enlaces ascendentes, debido a su ventaja de baja PAR sobre la onda de OFDM en la LTE. Sin embargo, a fin de mantener una PAR baja, cada usuario del LFDM tiene que usar una banda de frecuencia contigua, lo que impone pérdida

adicional e inflexibilidad en las operaciones de planificación. En comparación, otros esquemas de multiplexado de múltiples portadoras, tal como el OFDM, proporcionan flexibilidad así como mayor eficiencia del enlace. Se revelan en la presente memoria diversos sistemas y procedimientos de comunicación que incorporan ambos esquemas, de modo que un UE puede aprovechar la baja PAPR asociada a un esquema valiéndose a la vez de la flexibilidad asociada al otro esquema. Aunque se han descrito realizaciones específicas con LFDM como el esquema de modulación, puede apreciarse que también puede utilizarse el IFDM para modular señales a fin de aprovechar los diversos aspectos detallados en la presente memoria.

La FIG. 1 muestra un sistema 100 de comunicación inalámbrica con múltiples Nodos B 110 y múltiples equipos de usuario (UE) 120. Un Nodo B es generalmente una estación fija que se comunica con los UE y también puede denominarse un Nodo B mejorado (eNodo B), una estación base, un punto de acceso, etc. Cada Nodo B 110 proporciona cobertura de comunicación para un área geográfica específica. El término "célula" puede referirse a un Nodo B y / o su área de cobertura, según el contexto en el que se usa el término. Para mejorar la capacidad del sistema, un área de cobertura de Nodo B puede dividirse en múltiples áreas más pequeñas, p. ej., tres áreas más pequeñas. Cada área más pequeña puede ser servida por un respectivo subsistema transceptor base (BTS). El término "sector" puede referirse a un BTS y / o a su área de cobertura, según el contexto en el cual se usa el término. Para una célula sectorizada, los BTS para todos los sectores de esa célula están habitualmente cosituados dentro del Nodo B para la célula.

Los UE 120 pueden dispersarse por el sistema. Un UE puede ser estático o móvil, y también puede denominarse una estación móvil (MS), un equipo móvil (ME), un terminal, un terminal de acceso (AT), una estación (STA), etc. Un UE puede ser un teléfono celular, una agenda electrónica (PDA), un dispositivo de comunicación inalámbrica, un dispositivo de mano, una unidad de abonado, un módem inalámbrico, un ordenador portátil, etc. Un UE puede comunicarse con uno, uno o múltiples Nodos B por el enlace descendente y / o el enlace ascendente en cualquier momento dado. El enlace descendente (o enlace directo) se refiere al enlace de comunicación desde los Nodos B a los UE, y el enlace ascendente (o enlace inverso) se refiere al enlace de comunicación desde los UE a los Nodos B. En la siguiente descripción, los términos "UE" y "usuario" se usan intercambiamente.

Un controlador 130 de sistema puede acoplarse a los Nodos B 110 y proporcionar coordinación y control para estos Nodos B. El controlador 130 de sistema puede ser una entidad individual de red o una colección de entidades de red. Para una arquitectura distribuida, los Nodos B pueden comunicarse entre sí según sea necesario. En algunos aspectos, el sistema puede dar soporte a múltiples protocolos tales como CDMA y OFDMA, que pueden usarse alternadamente para ambas transmisiones de RL (enlace inverso) y FL (enlace directo), o para solamente para una o la otra. Además, en un sistema de comunicación de OFDMA, uno o más AT pueden dar soporte a un enlace inverso de CDMA, junto con, o en lugar de, un enlace inverso de OFDM.

Las técnicas descritas en la presente memoria pueden usarse para diversos sistemas de comunicación inalámbrica, tales como los sistemas de comunicación de acceso múltiple, los sistemas de difusión, las redes inalámbricas de área local (WLAN), etc. Los términos "sistemas" y "redes" a menudo se usan intercambiamente. Un sistema de acceso múltiple puede utilizar un esquema de acceso múltiple tal como el Acceso Múltiple por División de Código (CDMA), el Acceso Múltiple por División del Tiempo (TDMA), el Acceso Múltiple por División de Frecuencia (FDMA), el FDMA Ortogonal (OFDMA), el FDMA de Portadora Única (SC-FDMA), etc. Un sistema de acceso múltiple también puede utilizar una combinación de esquemas de acceso múltiple, p. ej., uno o más esquemas de acceso múltiple para el enlace descendente y uno o más esquemas de acceso múltiple para el enlace ascendente.

La FIG. 2A muestra una estructura 200 de subportadora que puede usarse para el OFDM. El ancho de banda del sistema se divide en K subportadoras totales, a las que pueden asignarse índices entre 1 y K. En general, K puede ser cualquier valor entero, pero es habitualmente una potencia de dos, para simplificar el cálculo. K también se denomina un tamaño de transformada rápida de Fourier (FF). Solamente un subconjunto de las K subportadoras totales puede ser utilizable para la transmisión, y las subportadoras restantes pueden ser subportadoras de resguardo, sin ninguna transmisión. Como un ejemplo específico, K puede ser igual a 512, y 300 subportadoras pueden ser utilizables para la transmisión. Para simplificar, la siguiente descripción supone que todas las K subportadoras totales son utilizables para la transmisión. En general, cualquier número de subportadoras, y cualquiera de las K subportadoras totales, pueden asignarse a un UE, y usarse para la transmisión de OFDM.

Las K subportadoras totales pueden disponerse en Q subbandas, donde Q puede ser cualquier valor. Cada subbanda puede incluir P subportadoras continuas / consecutivas, donde $P \cdot Q \leq K$. Por ejemplo, la subbanda 1 puede incluir las subportadoras 1 a P, la subbanda 2 puede incluir las subportadoras P+1 a 2P, y así sucesivamente, y la subbanda Q puede incluir las subportadoras K-P+1 a K.

La FIG. 2B muestra una estructura 210 de subportadora que puede usarse para el SC-FDM. Las K subportadoras totales pueden disponerse en B bloques de recursos (RB). Cada bloque de recursos puede incluir N subportadoras continuas, y el bloque b de recursos puede incluir las subportadoras $(b-1) \cdot N + 1$ a $b \cdot N$, para $b = 1, 2, \dots, B$. En general, N y B pueden ambos ser cualquier valor entero. Como un ejemplo específico, N puede ser igual a 12 y B puede ser igual a 25 cuando se

dispone de 300 subportadoras utilizables. Un bloque de recursos puede ser la unidad más pequeña de subportadoras que puede adjudicarse a un UE. En este caso, a un UE puede adjudicarse un número entero de bloques de recursos. En general, cualquier número de subportadoras continuas pueden asignarse a un UE, y usarse para la transmisión de LFDM, mientras que las subportadoras uniformemente separadas pueden asignarse a un UE asociado al esquema de IFDM. A distintos UE pueden asignarse distintos números de subportadoras.

El OFDM tiene ciertas características deseables, que incluyen la capacidad de combatir efectos de multitrayectoria que prevalecen en un sistema de comunicación terrestre. Sin embargo, un inconveniente mayor del OFDM es una alta razón de potencia entre máximo y promedio (PAPR) para una onda de OFDM, es decir, la razón entre la potencia máxima y la potencia media para la onda de OFDM puede ser alta. La PAPR alta es resultado de una posible (o coherente) adición en fase de todas las subportadoras cuando se modulan independientemente con datos. La PAPR alta para la onda de OFDM es indeseable y puede degradar las prestaciones. Por ejemplo, grandes máximos en la onda de OFDM pueden causar que un amplificador de potencia funcione en una región sumamente no lineal, o posiblemente se recorte, lo que pueda causar distorsión de intermodulación y otros efectos que pueden degradar la calidad de la señal. Para evitar la no linealidad, el amplificador de potencia ha de operarse con retroceso a un nivel medio de potencia que sea menor que el nivel máximo de potencia. Al operar el amplificador de potencia con retroceso desde la potencia máxima, donde el retroceso puede oscilar entre 4 y 7 dB, el amplificador de potencia puede afrontar grandes máximos en la onda sin generar una distorsión excesiva.

Como se ha afirmado anteriormente, el SC-FDM (p. ej., LFDM o IFDM) tiene ciertas características deseables, tal como la robustez ante efectos de multitrayectoria, similares al OFDM. Además, el SC-FDM no tiene una PAPR alta, ya que los símbolos de modulación se envían en el dominio temporal con SC-FDM. La PAPR de una onda de SC-FDM es una función de la constelación de señales seleccionada para su uso (p.ej., M-PSK – Modulación M-aria de Desplazamiento de Fase, M-QAM – Modulación de Amplitud de Cuadratura de Múltiples Niveles, etc.). Sin embargo, los símbolos de modulación del dominio temporal en el SC-FDM son propensos a la interferencia entre símbolos, debido a un canal de comunicación no plano. La ecualización puede realizarse sobre los símbolos recibidos para mitigar los efectos nocivos de la interferencia entre símbolos.

En un aspecto, OFDM y SC-FDM (p. ej., LFDM) pueden usarse para la transmisión por un enlace dado (p. ej., el enlace ascendente). En general, la eficiencia del enlace de una onda de OFDM supera la de una onda de SC-FDM. La mayor eficiencia de enlace del OFDM es contrarrestada por un mayor retroceso del amplificador de potencia para el OFDM que para el SC-FDM. El SC-FDM tiene por tanto una ventaja de baja PAPR sobre el OFDM. Para los UE con altas razones entre señal y ruido (SNR), la ganancia del nivel de enlace del OFDM puede superar la ventaja de la PAPR del SC-FDM. Utilizando tanto OFDM como SC-FDM, el sistema puede beneficiarse de la mayor eficiencia de enlace del OFDM para escenarios de alta SNR, así como de la ventaja de la PAPR del SC-FDM para escenarios de baja SNR.

En general, cualquier esquema de SC-FDM puede usarse conjuntamente con el OFDM. Además, el OFDM y el SC-FDM pueden usarse conjuntamente para el enlace ascendente, o para el enlace descendente, o tanto para el enlace ascendente como para el descendente. Para mayor claridad, gran parte de la siguiente descripción es para el uso conjunto de OFDM y LFDM en el enlace ascendente.

La FIG. 3 muestra un diagrama en bloques de un Nodo B 110 y dos UE 120x y 120y en el sistema 100. El Nodo B 110 está equipado con múltiples ($T > 1$) antenas 326a a 326t. El UE 120x está equipado con una única ($R=1$) antena 352x. El UE 120y está equipado con múltiples ($R > 1$) antenas 352a a 352r. Cada antena puede ser una antena física o una formación de antenas.

En el Nodo B 110, un procesador 320 de datos de transmisión (TX) recibe datos de tráfico para los UE servidos desde un origen 312 de datos, y señalización desde un controlador / procesador 340. El Procesador 320 de TX procesa (p. ej., formatea, codifica, intercala y asocia a símbolos) los datos de tráfico y la señalización, y genera símbolos de datos. El Procesador 320 de TX también genera y multiplexa símbolos piloto con los símbolos de datos. Según se usa en la presente memoria, un símbolo de datos es un símbolo para datos o señalización, un símbolo piloto es un símbolo para el piloto y un símbolo es habitualmente un valor complejo. Los símbolos de datos y los símbolos piloto pueden ser símbolos de modulación de un esquema de modulación tal como PSK (Modulación por desplazamiento de fase) o QAM (Modulación de Amplitud de Cuadratura). Los símbolos piloto también pueden generarse de otras maneras. Los pilotos son datos que son conocidos a priori tanto por el Nodo B como por los UE.

Un procesador 322 de MIMO de TX realiza el procesamiento espacial del transmisor sobre los datos y los símbolos piloto. El procesador 322 puede realizar la asociación directa de MIMO, la precodificación, la formación de haces, etc. Un símbolo de datos puede enviarse desde una antena para la asociación directa de MIMO, o desde múltiples antenas, para la precodificación y la formación de haces. El procesador 322 proporciona T flujos de símbolos de salida a T moduladores (MOD) 324a a 324t. Cada modulador 324 realiza la modulación (p. ej., para OFDM, LFDM, etc.) sobre sus símbolos de salida, para obtener muestras de salida. Cada modulador 324 procesa adicionalmente (p. ej., convierte a analógico, filtra, amplifica y aumenta la frecuencia) sus muestras de salida y genera una señal de enlace descendente. T señales de

enlace descendente, desde los moduladores 324a a 324t, se transmiten, respectivamente, desde T antenas 326a a 326t.

En cada UE 120, una o múltiples antenas 352 recibe(n) las señales de enlace descendente desde el Nodo B 110. Cada antena 352 proporciona una señal recibida a un respectivo demodulador (DEMOM) 354. Cada demodulador 354 procesa (p. ej., filtra, amplifica, reduce la frecuencia y digitaliza) su señal recibida para obtener muestras recibidas. Cada demodulador 354 realiza adicionalmente la demodulación (p. ej., para OFDM, LFDM, etc.) sobre las muestras recibidas para obtener símbolos recibidos.

En el UE 120x de antena única, un detector 360x de datos realiza la detección de datos (p. ej., el filtrado asociado o la ecualización) sobre los símbolos recibidos y proporciona estimaciones de símbolos de datos. Un procesador 362x de datos de recepción (RX) procesa luego (p. ej., desasocia símbolos, desintercala y descodifica) las estimaciones de símbolos de datos y proporciona datos descodificados a un sumidero 364x de datos y señalización a un controlador / procesador 380x. En el UE 120y de múltiples antenas, un detector 360y de MIMO realiza la detección de MIMO sobre los símbolos recibidos y proporciona estimaciones de símbolos de datos. Un procesador 362y de datos de Recepción procesa entonces las estimaciones de símbolos de datos y proporciona datos descodificados a un sumidero 364y de datos y señalización a un controlador / procesador 380y.

Los UE 120x y 120y pueden transmitir datos de tráfico, de señalización y / o piloto por el enlace ascendente al Nodo B 110. La señalización puede incluir información de respuesta usada para la transmisión de datos por el enlace descendente. La información de respuesta puede incluir, p. ej., una matriz de precodificación seleccionada entre un conjunto de matrices de precodificación, una o más columnas de la matriz de precodificación seleccionada, una estimación de SNR o una velocidad para cada flujo de datos, etc. El Nodo B puede usar la información de respuesta para planificar y transmitir datos a los UE.

En cada UE 120, los datos de tráfico de una fuente 372 de datos y la señalización del controlador / procesador 380 son procesados por un procesador 374 de datos de TX, procesados adicionalmente por un procesador 376 de MIMO de TX (si es aplicable), modulados (p. ej., para OFDM, LFDM, etc.) y acondicionados por uno o más moduladores 378, y transmitidos mediante una o más antenas 352. En el Nodo B 110, las señales del enlace ascendente de los UE 120x y 120y son recibidas por las antenas 326a a 326t, procesadas (p. ej., para OFDM, LFDM, etc.) por los demoduladores 328a a 328t, y procesadas adicionalmente por un detector 330 de MIMO y un procesador 332 de datos de RX, para recuperar los datos de tráfico y la señalización enviados por los UE. Los datos recuperados se proporcionan luego a un sumidero 334 de datos.

Los controladores / procesadores 340, 380x y 380y pueden controlar el funcionamiento de diversas unidades de procesamiento en el Nodo B 110 y los UE 120x y 120y, respectivamente. Las memorias 342, 382x y 382y almacenan datos y códigos de programa para el Nodo B 110 y los UE 120x y 120y, respectivamente. Un planificador 344 planifica los UE para la transmisión de enlace descendente y / o enlace ascendente, p. ej., en base a información de respuesta recibida desde los UE.

La FIG. 4A muestra un diagrama en bloques de un modulador 400 de OFDM, que puede usarse para cada uno de los moduladores 324 y 378 en la FIG. 3. Dentro del modulador 400 de OFDM, un convertidor 410 de serie a paralelo recibe símbolos de salida desde un procesador de datos de TX o un procesador de MIMO de TX y proporciona estos símbolos de salida en forma paralela. Un asociador 414 de símbolos y subportadoras asocia los símbolos de salida con N' subportadoras para la transmisión, y asocia símbolos cero, con valor de señal cero, a las restantes K - N' subportadoras. Los símbolos asociados se indican como V(k), donde k es un índice para subportadoras. Una unidad 416 de transformada rápida inversa de Fourier (IFFT) recibe K símbolos para las K subportadoras totales en un periodo de símbolos de OFDM, transforma los K símbolos al dominio temporal con una transformada rápida inversa de Fourier (IFFT) de K puntos y proporciona un símbolo transformado que contiene K muestras del dominio temporal. Cada muestra del dominio temporal es un valor complejo a enviar en un periodo de muestra. Un convertidor 418 de paralelo a serie serializa las K muestras del símbolo transformado. Un generador 420 de prefijo cíclico repite cíclicamente / circularmente una parte (o C muestras) del símbolo transformado para formar un símbolo de OFDM que contiene K + C muestras. La parte repetida se denomina un prefijo cíclico o un intervalo de guardia, y C es la longitud del prefijo cíclico. El prefijo cíclico se usa para combatir la interferencia entre símbolos (ISI) causada por el desvanecimiento selectivo de frecuencia, que es una respuesta de frecuencia que varía sobre el ancho de banda del sistema.

La FIG. 4B muestra un diagrama en bloques de un modulador 402 de LFDM, que también puede usarse para cada uno de los moduladores 324 y 378 en la FIG. 3. Dentro del modulador 402 de LFDM, el convertidor 410 de serie a paralelo recibe símbolos de salida y proporciona estos símbolos de salida en forma paralela. Una unidad 412 de transformada discreta de Fourier (DFT) recibe N' símbolos de salida para un periodo de símbolos de LFDM, transforma los N' símbolos de salida del dominio temporal con una DFT de N' puntos, o una transformada rápida de Fourier (FFT), y proporciona N' símbolos del dominio de frecuencia. El asociador 414 de símbolos y subportadoras asocia los N' símbolos del dominio de frecuencia a N subportadoras asignadas para la transmisión y asocia símbolos cero a las restantes K - N' subportadoras. La unidad 416 de IDFT transforma los K símbolos al dominio temporal con una IDFT / IFFT de K puntos y proporciona un símbolo

transformado que contiene K muestras del dominio temporal. El convertidor 418 de paralelo a serie serializa las K muestras del símbolo transformado. El generador 420 de prefijo cíclico repite cíclicamente C muestras del símbolo transformado para formar un símbolo de LFDM que contiene K + C muestras.

Como se muestra en las FIGs. 4A y 4B, tanto OFDM como LFDM pueden obtener soporte de las unidades 410 a 420 en la FIG. 4B. Todas las unidades se usan para el LFDM, mientras que la unidad 412 de DFT es omitida para el OFDM. Por ejemplo, según ciertos aspectos que se detallarán más adelante, el Nodo B puede indicar a los UE la modalidad de operación y, en base a tales indicaciones, el UE puede o no emplear las unidades 412 de DFT, según se describe en la presente memoria. Como se ha afirmado anteriormente, aunque las realizaciones en las FIGs. 4A y 4B se han descrito con respecto al LFDM, puede apreciarse que otra forma del SC-FDM, conocida como IFDM, también puede utilizarse como un esquema de modulación, en el cual las UE distintas son asociadas a subportadoras equidistantes.

La FIG. 5A muestra un diagrama en bloques de un demodulador 500 de OFDM, que puede usarse para cada uno de los demoduladores 328 y 354 en la FIG. 3. Dentro del demodulador 500 de OFDM, una unidad 510 de eliminación de prefijo cíclico obtiene K + C muestras recibidas en un periodo de símbolos de OFDM, elimina C muestras para el prefijo cíclico y proporciona K muestras recibidas. Un convertidor 512 de serie a paralelo proporciona las K muestras recibidas en forma paralela. Una unidad 514 de FFT transforma las K muestras recibidas al dominio de frecuencia con una FFT de K puntos y proporciona K símbolos recibidos para las K subportadoras totales. Un desasociador 516 de símbolos y subportadoras obtiene K símbolos recibidos y proporciona N' símbolos recibidos de las N subportadoras asignadas para la transmisión. Un convertidor 520 de paralelo a serie serializa los N' símbolos recibidos de la unidad 516.

La FIG. 5B muestra un diagrama en bloques de un demodulador 502 de LFDM, que también puede usarse para cada uno de los demoduladores 328 y 354 en la FIG. 3. Dentro del demodulador 502 de LFDM, la unidad 510 de eliminación de prefijo cíclico obtiene K + C muestras recibidas en un periodo de símbolos de LFDM, elimina C muestras para el prefijo cíclico y proporciona K muestras recibidas. El convertidor 512 de serie a paralelo proporciona las K muestras recibidas en forma paralela. La unidad 514 de FFT transforma las K muestras recibidas con una FFT de K puntos y proporciona K símbolos del dominio de frecuencia para las K subportadoras totales. El desasociador 516 de símbolos y subportadoras obtiene K símbolos del dominio de frecuencia y proporciona N' símbolos del dominio de frecuencia de las N' subportadoras asignadas para la transmisión a un ecualizador 518. Una unidad 520 de IFFT transforma los N' símbolos del dominio de frecuencia al dominio temporal con una IFFT / IDFT de N' puntos y proporciona N' símbolos recibidos. El convertidor 522 de paralelo a serie serializa los N' símbolos recibidos.

Como se muestra en las FIGs. 5A y 5B, tanto el OFDM como el LFDM pueden obtener soporte de las unidades 510 a 522 en la FIG. 5B. Todas las unidades se usan para el LFDM, mientras que la unidad 520 de IDFT / IFFT es omitida para el OFDM.

A la vista de los aspectos ejemplares descritos en la presente memoria, se exponen metodologías que pueden implementarse según la materia en cuestión revelada. Si bien, con fines de simplicidad, las metodologías se muestran y se describen como una serie de bloques, ha de entenderse y apreciarse que la materia en cuestión reivindicada no está limitada por el número o el orden de los bloques, ya que algunos bloques pueden ocurrir en distintos órdenes y / o concurrentemente con otros bloques, a partir de lo que se ilustra y describe en la presente memoria. Además, no a todos los bloques ilustrados se puede requerir implementar las respectivas metodologías. Ha de apreciarse que la funcionalidad asociada a diversos bloques puede implementarse por software, hardware, una combinación de los mismos o cualquier otro medio adecuado (p. ej., dispositivo, sistema, proceso, componente). Adicionalmente, debería apreciarse adicionalmente que algunas metodologías reveladas a continuación en la presente memoria, y en toda esta especificación, son capaces de ser almacenadas en un artículo de fabricación, para facilitar el transporte y la transferencia de tales metodologías a diversos dispositivos. Los expertos en la técnica apreciarán y comprenderán que una metodología puede representarse alternativamente como una serie de estados o sucesos interrelacionados, tal como, por ejemplo, en un diagrama de estados.

La operación conjunta del OFDM y del LFDM / IFDM puede recibir soporte de varias maneras. En un diseño, un UE puede configurarse para funcionar en una modalidad de OFDM o una modalidad de LFDM / IFDM, que pueden considerarse como distintas modalidades de transmisión. En la modalidad de OFDM, el UE transmite por el enlace ascendente usando el OFDM. En la modalidad de LFDM / IFDM, el UE transmite por el enlace ascendente usando, respectivamente, LFDM o IFDM. Un UE del OFDM o un usuario del OFDM es un UE configurado para funcionar en la modalidad de OFDM. Un UE de LFDM o de IFDM, o un usuario de LFDM / IFDM, es un UE configurado para funcionar en la modalidad de LFDM.

La FIG. 6 ilustra una metodología de comunicación 600 según un aspecto, en donde un UE se configura para el funcionamiento en la modalidad de OFDM, o la modalidad de LFDM, de manera semiestática. La selección de modalidad puede basarse en diversos criterios y el UE transmite según la modalidad seleccionada durante un intervalo temporal específico, que puede determinarse, o bien la modalidad puede cambiar con las variaciones en los atributos del UE, según se detalla adicionalmente más adelante. Por ejemplo, los UE con bajas SNR o baja geometría pueden configurarse para el LFDM. Estos UE pueden hacer funcionar sus amplificadores de potencia en casi el 100% de utilización a fin de

adaptarse a la dotación del enlace. El LFDM puede ser más eficiente que el OFDM para estos UE. Los UE con mayores SNR o alta geometría pueden configurarse para el OFDM. Estos UE pueden tener su potencia de transmisión ajustada por indicadores de carga de otras células y no pueden ser restringidos por el retroceso del amplificador de potencia. El OFDM puede proporcionar una mayor eficiencia de enlace para estos UE.

5 Según el aspecto descrito en la Fig. 6, un Nodo B, o punto de acceso, puede estar monitorizando continuamente los atributos de uno o más UE dentro de su célula asociada en 602. Por ejemplo, un UE, al entrar inicialmente a la célula, puede tener SNR baja, ya que está en los límites de la célula. En consecuencia, el Nodo B asociado a la célula puede fijar inicialmente el UE para transmitir en una modalidad de LFDM. Al avanzar adicionalmente hacia la célula, la SNR del UE puede mejorar gradualmente. En un escenario inverso, un UE puede estar inicialmente situado cerca del Nodo B y tener una alta SNR, pero puede alejarse del Nodo B y, como resultado, su SNR puede deteriorarse gradualmente. Cambios cualesquiera de ese tipo en los atributos observados de los UE son detectados por el Nodo B en 604. Si no hay ningún cambio en los atributos de un UE observado, mantiene su modalidad actual de transmisión, según se indica en 606. Sin embargo, si se detectan cambios en 604, entonces se comparan con un umbral predeterminado para determinar si debería haber un correspondiente cambio en la modalidad de transmisión del UE en 608. Si los cambios están dentro de los valores umbral predeterminados, el UE puede mantener la modalidad actual de transmisión, según se indica en 606. Sin embargo, si el cambio en atributos tales como las condiciones de SNR de un UE bajo observación varía más allá del umbral, el Nodo B inicia entonces un correspondiente cambio en su modalidad de transmisión, según se indica en 610. Según un aspecto, el Nodo B puede iniciar el cambio transmitiendo un bit de control que tiene valores específicos para cada una de las modalidades de transmisión. Por ejemplo, con respecto a los escenarios descritos anteriormente, un UE que está acercándose al Nodo B puede conmutar desde la modalidad inicial de transmisión de LFDM a la modalidad de transmisión de OFDM, ganando por ello ventajas asociadas al esquema de OFDM. De manera similar, un UE que se aleja del Nodo B puede conmutar su modalidad inicial de transmisión de OFDM a una modalidad de transmisión de LFDM, en base al bit de señal / modalidad recibido desde el correspondiente Nodo B. Un Nodo B puede enviar señalización para informar al UE que debe usar bien OFDM o bien LFDM.

25 La FIG. 7 es una metodología de comunicación 700 asociada a un aspecto distinto, que se denomina planificación dinámica. Según este aspecto, un UE puede configurarse para el funcionamiento en la modalidad de OFDM, o en la modalidad de LFDM, de manera dinámica, p. ej., en cada intervalo de planificación o algún otro lapso. Un Nodo B puede enviar señalización para informar al UE que debe usar bien OFDM o bien LFDM. En consecuencia, en 702, un UE está funcionando en una modalidad inicial que puede haber sido determinada en base a sus condiciones de SNR, etc. En 704, recibe una transmisión de enlace descendente desde un Nodo B servidor, que puede comprender un bit de modalidad, según lo afirmado anteriormente, para indicar la modalidad de transmisión en la cual el UE debería funcionar. Por tanto, en 706, examina el bit de modalidad a fin de determinar si se requiere un cambio en su modalidad de transmisión. Por ejemplo, la señalización puede comprender un bit de modalidad en un mensaje de control del enlace descendente, para indicar la modalidad de transmisión específica a usar para la transmisión del enlace ascendente. Este bit de modalidad puede fijarse, p. ej., (a) en '0' para indicar la modalidad LFDM, o (b) en '1' para indicar la modalidad OFDM. En consecuencia, si un UE específico recibe un bit que indica una cierta modalidad que es la misma que su modalidad actual, continúa manteniendo su modalidad actual, según se muestra en 708. Si el bit indica una modalidad distinta a su modalidad actual, el UE conmutará su modalidad de transmisión en base al valor del bit recibido, según se indica en la etapa 710. Ha de apreciarse que la conmutación de modalidades según la planificación dinámica tiene lugar a una velocidad mucho más rápida, en comparación con la separación semiestática de los UE descrita con respecto a la FIG. 6. Además, puede apreciarse que un UE puede ser configurado por el Nodo B para conmutar modalidades en base a diversos aspectos, que comprenden la disponibilidad de recursos contiguos, la capacidad libre del amplificador de potencia o la SNR, según se ha detallado anteriormente. Por ejemplo, si un UE está inicialmente configurado para transmitir en modalidad LFDM y hay escasez de subportadoras contiguas, el Nodo B puede entonces dirigir al UE para transmitir en la modalidad OFDM, en base a la disponibilidad de subportadoras discontinuas. Así, el sistema puede aprovechar diversos aspectos asociados a esquemas de SC-FDM, así como de OFDM.

La FIG. 8 es un diagrama 800 de flujo que detalla el funcionamiento de un planificador según un aspecto. Mientras funciona con separación semiestática o planificación dinámica, un planificador (p. ej., el planificador 344 en la FIG. 3) puede asignar subportadoras continuas a un UE que funciona en la modalidad LFDM, o tonos equidistantes a un UE en la modalidad IFDM, a fin de mantener la PAPR baja, y puede asignar subportadoras continuas o discontinuas a un UE que funciona en la modalidad OFDM. El planificador tiene total flexibilidad en la asignación de bloques de recursos para la modalidad OFDM. Según distintos aspectos, el planificador puede planificar los UE para la transmisión de diversas maneras. Según el aspecto ilustrado en la FIG. 8, el planificador selecciona un UE a la vez para la asignación de recursos de transmisión, en base a sus prioridades, en forma descendente. Por lo tanto, un UE con la mayor prioridad se selecciona para la planificación en 802. En 804, el planificador determina que la modalidad de transmisión del UE sea LFDM u OFDM. Como se ilustra en la etapa 806, si la modalidad de transmisión es LFDM, entonces solamente deberían adjudicársele RB continuos. Si la modalidad de transmisión no es LFDM, se determina nuevamente en 824 si el UE está en la modalidad IFDM. Si está en la modalidad IFDM de transmisión, entonces se le adjudican bloques de recursos discontinuos pero equidistantes, como se muestra en 826, y el proceso termina con la selección por el planificador de un

próximo UE en 814. Si el UE no está en la modalidad IFDM, se concluye en 810 que la modalidad de transmisión es OFDM y, por lo tanto, el planificador puede adjudicar bloques de recursos continuos o discontinuos al UE, según se muestra en la etapa 808. Posteriormente, en 814 el planificador selecciona un próximo UE al que deberían adjudicarse recursos de transmisión. Sin embargo, si se determina en la etapa 806 que el UE está en una modalidad LFDM de transmisión, el planificador determina nuevamente si hay RB contiguos disponibles para asignar al UE en 810. Si están disponibles, se adjudican al UE estos recursos en 812 y el proceso concluye en 814, donde el planificador selecciona una nueva planificación de UE. Sin embargo, si se concluye en 810 que no hay RB continuos disponibles para la planificación, entonces se determina adicionalmente si el UE está en una modalidad de planificación dinámica como se muestra en 816. Si el UE no está en una modalidad de planificación dinámica, entonces, se llega a la conclusión de que el UE está en una modalidad de planificación estática en 822 y, por lo tanto, la modalidad del UE no puede cambiarse. Por tanto, el proceso termina en 814, en donde se selecciona un próximo UE para la planificación. Sin embargo, si el UE está en una modalidad de planificación dinámica, la modalidad de transmisión del UE se cambia por la modalidad OFDM de transmisión, según se muestra en 818. Como se ha afirmado anteriormente, la modalidad puede cambiarse a OFDM para utilizar mejor los recursos discontinuos. En consecuencia, los bloques de recursos discontinuos que puedan estar disponibles se adjudican al UE en 820 y el proceso termina en 814, seleccionando el planificador un próximo UE para asignar recursos de transmisión.

El planificador puede usar un árbol de canales con asociación de bloques de recursos continuos para el LFDM. El planificador puede usar otro árbol de canales para adjudicar bloques de recursos disjuntos para el OFDM. Esto puede proporcionar al planificador más flexibilidad para adjudicar los bloques de recursos, a fin de utilizar eficazmente el ancho de banda entero del sistema. En general, el planificador puede usar cualquier número de árboles de canales, y cada árbol de canales puede tener cualquier asociación de bloques de recursos a nodos. El planificador puede usar los mismos, o distintos, árboles de canales para OFDM y para LFDM.

La FIG. 9 es un diagrama de un árbol 900 de canales que puede ser usado por el planificador para asignar bloques de recursos según un aspecto que comprende $B = 16$ conjuntos de subportadoras en el primer nivel. Un conjunto de canales de tráfico puede definirse con los B conjuntos de subportadoras. A cada canal de tráfico se asigna un único Identificador de canal, y se asocia a uno o más conjuntos de subportadoras en cada intervalo temporal. Por ejemplo, un canal de tráfico puede definirse para cada nodo en el árbol 900 de canales. Los canales de tráfico pueden numerarse secuencialmente de abajo hacia arriba y de izquierda a derecha para cada nivel. Al mayor canal de tráfico correspondiente al nodo más superior se asigna un Identificador de canal de $2B-1$ y se asocia a todos los B conjuntos de subportadoras. Los B canales de tráfico en el nivel 1 más bajo tienen identificadores de canal entre 1 y B , y se llaman canales de tráfico base. Cada canal de tráfico base se asocia a un conjunto de subportadoras. La estructura arbolada, según se muestra en la presente memoria, establece ciertas restricciones sobre el uso de los canales de tráfico para un sistema ortogonal. Para cada canal de tráfico que se asigna, todos los canales de tráfico que sean subconjuntos (o descendientes) del canal de tráfico asignado, y todos los canales de tráfico para los cuales el canal de tráfico asignado sea un subconjunto, están restringidos. Los canales de tráfico restringidos no se usan concurrentemente con el canal de tráfico asignado, de modo que ningún par de canales de tráfico usen el mismo conjunto de subportadoras a la vez.

Como se ha afirmado anteriormente, uno o más árboles de canales pueden definirse y usarse para la adjudicación de recursos. Un árbol de canales asocia bloques de recursos específicos disponibles a nodos del árbol de canales. Por ejemplo, puede definirse un árbol de canales binario en el cual los bloques de recursos 1 a B puedan asociarse, respectivamente, a los nodos 1 a B , en el primer nivel del árbol de canales. En el segundo nivel, los bloques 1 y 2 de recursos pueden asociarse a los nodos $B+1$, etc., y los bloques de recursos $B-1$ y B pueden asociarse al nodo $B+B/2$. En el tercer nivel, los bloques de recursos 1 a 4 pueden asociarse a los nodos $B+B/2+1$, etc., y los bloques de recursos $B-3$ a B pueden asociarse al nodo $B+3B/4$. A un UE puede asignarse un nodo específico en el árbol de canales, y puede usar todos los bloques de recursos asociados al nodo asignado. El árbol de canales proporciona un mecanismo conveniente para asignar recursos y señalar los recursos asignados.

La FIG. 10 es un diagrama de flujo que ilustra una metodología de planificación 1000 que usa subbandas para mejorar las prestaciones en sistemas de comunicación. Según este aspecto, los UE pueden seleccionar subbandas con las mejores SNR para ser planificadas por el planificador en un Nodo B asociado. Inicialmente, en 1002, los UE servidos por un planificador estiman las SNR para distintas subbandas para la comunicación. En 1004, se identifican una o más subbandas con las SNR óptimas. En 1006, los UE seleccionan tales subbandas e informan sobre ellas al planificador. En 1008, el planificador recibe tales informes de los UE y puede intentar planificar los UE en base a sus respectivas selecciones. Al determinar la modalidad de transmisión del UE en 1010, el planificador puede planificar el UE en subbandas contiguas si está en la modalidad LFDM, según se muestra en la etapa 1012. Si el UE está en la modalidad OFDM, puede planificarse en múltiples subbandas disjuntas, según se ve en 1014. Así, mientras funciona en la modalidad de OFDM, el UE es capaz de lograr una ganancia de planificación de subbanda completa.

Según otros diversos aspectos, el sistema puede dar soporte al funcionamiento con entrada única y salida única (SISO), entrada única y salida múltiple (SIMO), entrada múltiple y salida única (MISO) y / o entrada múltiple y salida múltiple (MIMO). La entrada única se refiere a una antena de transmisión y la entrada múltiple se refiere a múltiples antenas de

transmisión para la transmisión de datos. La salida única se refiere a una antena receptora y la salida múltiple se refiere a múltiples antenas receptoras para la recepción de datos. En el enlace descendente, las múltiples antenas transmisoras están en un Nodo B, y las múltiples antenas receptoras pueden estar en uno o más UE. En el enlace ascendente, las múltiples antenas transmisoras pueden estar en uno o más UE, y las múltiples antenas receptoras están en el Nodo B. El sistema también puede dar soporte a la MIMO de usuario único (SU-MIMO) y a la MIMO de múltiples usuarios (MU-MIMO). La SU-MIMO se refiere a la transmisión de MIMO a / desde un único UE. La MU-MIMO se refiere a la transmisión de MIMO a / desde múltiples UE, p. ej., en el mismo conjunto de subportadoras. La MU-MIMO también se denomina Acceso Múltiple por División Espacial (SDMA). La SU-MIMO y / o la MU-MIMO pueden disponer de soporte en el enlace descendente y / o el enlace ascendente.

La FIG. 11 es una metodología de comunicación 1100 que utiliza diversos aspectos descritos en la presente memoria para implementar esquemas de OFDM / LFDM dentro de un sistema de MU-MIMO, a fin de aprovechar características dentro de ambos esquemas. Inicialmente en 1102, los receptores en un Nodo B reciben las SNR asociadas a diversos UE que funcionan dentro de su célula. Un procesador asociado (p. ej., el procesador 340 en la FIG. 3) puede analizar las SNR para determinar una modalidad de funcionamiento para los UE transmisores en 1104. En consecuencia, puede permitirse a los UE funcionar en modalidades de OFDM / LFDM bien semiestáticamente o bien dinámicamente, según se ha detallado anteriormente. En 1106, el Nodo B recibe una señal de sondeo de banda ancha desde el UE y hace selecciones de subbandas de los UE asociados. En base a las selecciones recibidas y / o a las modalidades de funcionamiento de los UE, el Nodo B determina la planificación de subbandas y, por ello, adjudica RB contiguos o RB disjuntos de distintos árboles de canales, y comunica tales adjudicaciones a los UE, según se ve en la etapa 1108. En 1110, el Nodo B puede recibir adicionalmente datos y / o transmisiones de control desde los UE sobre los recursos asignados. Estas transmisiones pueden recibirse a través de una pluralidad de antenas receptoras. En 1112, las transmisiones así recibidas desde los UE se separan espacialmente usando técnicas de MIMO como la detección del MMSE (error mínimo de cuadrados medios), que puede usarse con la cancelación sucesiva de interferencia (SIC). Según aspectos adicionales, como se detalla más adelante, un UE dado puede usar las modalidades de transmisión OFDM y LFDM simultáneamente sobre dos flujos de datos distintos, en base a diversos criterios, tal como las SNR asociadas a los respectivos flujos de datos. En consecuencia, diversas modalidades pueden ser adoptadas por un UE dado para las comunicaciones, tal como SIMO / OFDM, SIMO / LFDM, MIMO / OFDM, MIMO / LFDM, SDMA / LFDM / OFDM, o combinaciones de las mismas.

Otro aspecto que se refiere a la incorporación de las ventajas de los esquemas de OFDM / LFDM dentro de un sistema de comunicación se revela en el diagrama 1200 de flujo ilustrado en la FIG. 12. Se revela un procedimiento de comunicación, en el cual un Nodo B servidor recibe inicialmente una transmisión que lleva la SNR de un único UE, según se muestra en 1202. Según un aspecto adicional, el UE puede configurarse para transmitir una pluralidad de flujos de datos que pueden tener distintos valores de SNR asociados a los mismos. En consecuencia, en 1204, se toma una determinación en el Nodo B en cuanto a si las SNR recibidas desde el UE están asociadas a múltiples flujos de datos. Si la SNR está asociada a solamente una única transmisión de flujo de datos, entonces, en 1206, el Nodo B determinará el esquema de transmisión para el UE en base a la SNR recibida, según se ha descrito anteriormente. Así, si el flujo de datos tiene una SNR alta, el Nodo B configurará el UE para transmitir el flujo de datos como una onda de OFDM, mientras que si el flujo de datos tiene una SNR baja, la UE se configurará para transmitirla como una onda de LFDM. Debería observarse que el planificador en el Nodo B puede funcionar en una modalidad de separación semiestática, según se ha detallado anteriormente. En 1208, el Nodo B comunica información concerniente al esquema a usar para la transmisión al UE y el proceso acaba en el bloque final. Sin embargo, si se determina en 1204 que las SNR recibidas desde el UE están asociadas a distintos flujos de datos, las SNR de cada flujo de datos que será transmitido por el UE se determinan en 1210. En 1212, las SNR de la etapa 1210 se examinan para determinar si distintos flujos de datos tienen distintas SNR asociadas a los mismos. Si todos los flujos de datos tienen valores similares de SNR, entonces el Nodo B configurará el UE para que funcione según uno de los esquemas de transmisión. Por tanto, el proceso puede volver a 1206. Sin embargo, si distintos flujos de datos tienen distintos valores de SNR, el UE se configura para una transmisión de MIMO en 1214, en donde distintos flujos de datos tienen distintas modalidades de transmisión, según sus respectivos valores de SNR. Por ejemplo, el UE puede usar el OFDM para flujos con SNR altas y puede usar el LFDM para flujos con SNR bajas, p. ej., un esquema de codificación de modulación (MCS) con QPSK. Esto admite flexibilidad al usar el LFDM y / o el OFDM para distintas capas / UE.

Puede lograrse un mayor caudal o una mayor eficacia espectral con MIMO, en ciertas condiciones de canal, p. ej., altas SNR, menos correlación entre las antenas transmisoras y receptoras, etc. Puede lograrse una fiabilidad mejorada con SIMO en otras condiciones de canal, p. ej., bajas SNR. La MIMO o SIMO puede seleccionarse en base a uno o más criterios, p. ej., las SNR. Según un aspecto adicional, para simplificar el funcionamiento, el OFDM se usa con MIMO (que puede seleccionarse cuando se observan altas SNR) y el LFDM se usa con SIMO.

Tanto para OFDM como para LFDM, un UE puede transmitir datos piloto por el enlace ascendente para ayudar a un Nodo B en la detección. En general, pueden usarse los mismos, o distintos, pilotos para OFDM y LFDM. En un diseño, se genera un piloto para LFDM en base a una secuencia polifásica, que es una secuencia con buenas características temporales (p. ej., un envolvente constante del dominio temporal) y buenas características espectrales (p. ej., un espectro plano de frecuencias). Por ejemplo, los símbolos piloto pueden generarse de la siguiente manera:

$$p_i = e^{j\varphi_i}, \quad \text{para } i = 1, \dots, L, \quad \text{Ec (1)}$$

donde p_i es un símbolo piloto para el momento i , φ_i es la fase para el momento i y L es la longitud de la secuencia piloto.

La fase φ_i puede obtenerse en base a cualquiera de las siguientes:

$$\varphi_i = \pi \cdot (i - 1) \cdot i, \quad \text{Ec (2)}$$

$$5 \quad \varphi_i = \pi \cdot (i - 1)^2, \quad \text{Ec (3)}$$

$$\varphi_i = \pi \cdot [(i - 1) \cdot (i - L - 1)], \quad \text{Ec (4)}$$

$$\varphi_i = \begin{cases} \pi \cdot (i - 1)^2 \cdot F / L & \text{para } L \text{ par} \\ \pi \cdot (i - 1) \cdot n \cdot F / L & \text{para } L \text{ impar.} \end{cases} \quad \text{Ec (5)}$$

10 En la ecuación (5), F y L son coprimos. La ecuación (2) es para una secuencia de Golomb, la ecuación (3) es para una secuencia P3, la ecuación (4) es para una secuencia P4 y la ecuación (5) es para una secuencia de Chu. Las secuencias P3, P4 y de Chu pueden tener cualquier longitud arbitraria. Los símbolos piloto también pueden generarse en base a una secuencia de Frank, una secuencia P1, una secuencia Px o alguna otra secuencia polifásica. El uso de una secuencia polifásica puede dar como resultado una PAPR baja para el piloto.

15 Los pilotos para LFDM y OFDM también pueden generarse con símbolos de modulación de cualquier esquema de modulación (p. ej., QPSK), lo que puede simplificar el procesamiento para los pilotos. Pueden usarse distintas secuencias de símbolos piloto para el OFDM y el LFDM, para simplificar la planificación de red.

20 Los pilotos pueden transmitirse de varias maneras para OFDM y LFDM. En un diseño, los pilotos y los datos se transmiten de manera multiplexada por división del tiempo (TDM). Por ejemplo, los datos pueden transmitirse en uno o más símbolos de OFDM / LFDM, luego el piloto puede transmitirse en uno o más símbolos de OFDM / LFDM, luego los datos pueden transmitirse en uno o más símbolos de OFDM / LFDM, etc. El piloto también puede transmitirse usando símbolos cortos generados con un tamaño más pequeño de FFT (p. ej., $K / 2$). Por ejemplo, una transmisión puede incluir dos símbolos cortos para el piloto y seis símbolos normales para los datos. Para el LFDM, el piloto y los datos habitualmente no se envían en el mismo símbolo de LFDM. Para OFDM, el piloto y los datos pueden enviarse en el mismo símbolo de OFDM por distintas subportadoras. El multiplexado de datos y piloto en el mismo símbolo de OFDM puede reducir el sobregasto del piloto. Con OFDM, es posible adjudicar eficazmente recursos de frecuencia entre datos y piloto, según el número de bloques de recursos adjudicados a un UE, ya que puede utilizar RB disjuntos que estén adjudicados al mismo, incluso desde distintos árboles de canales.

La FIG. 13 es una metodología de transmisión 1300 utilizada por un sistema de comunicación al transmitir en la modalidad de LFDM según diversos aspectos detallados anteriormente. En 1302, es determinado inicialmente por el UE que debería transmitir en modalidad LFDM, en base a la señalización de un Nodo B asociado. En 1304, se determina si hay datos de usuario a transmitir. Si no hay ningún dato de usuario para la transmisión, el UE puede utilizar los RB asignados para enviar señalización, según se muestra en 1306. Sin embargo, al UE también se le puede adjudicar estáticamente un número pequeño de subportadoras cerca de un borde de banda, para un canal de control. Así, el UE puede enviar señalización por las subportadoras designadas para el canal de control cuando no hay ningún dato para enviar. Las subportadoras designadas pueden no ser contiguas con los bloques de recursos adjudicados dinámicamente. Cuando es ese el caso, el UE puede no ser capaz de usar las subportadoras designadas junto con los bloques de recursos adjudicados. Si hay datos de usuario a transmitir, en 1308 los datos de usuario se multiplexan con la señalización para su transmisión. Los datos multiplexados se asocian a las subportadoras designadas en 1310 para generar la onda de LFDM. Los símbolos asociados se transforman luego al dominio temporal, por ejemplo, utilizando una unidad de DFT en 1312. En 1314, los símbolos se transmiten en recursos asignados según las modalidades, según se ha descrito, por ejemplo, semiestáticamente o dinámicamente. Sin embargo, según se ha afirmado anteriormente, mientras el LFDM tiene la ventaja de la PAPR baja, requiere que se asignen RB contiguos a fin de transmitir datos de usuario, conduciendo por ello a restricciones en las operaciones del planificador.

45 Para un UE que emplea OFDM, el procedimiento de transmisión es similar al procedimiento expuesto anteriormente con respecto al LFDM, con la excepción de que se omite la transformación de Fourier de los símbolos en la etapa 1312. Aunque el OFDM tiene una alta PAPR, permite que se usen subportadoras disjuntas para enviar datos y / o señalización. La señalización puede enviarse por subportadoras adjudicadas cualesquiera. El UE puede enviar señalización por las subportadoras designadas cuando no hay ningún dato para enviar y puede usar estas subportadoras para datos y / o señalización cuando hay datos para enviar. Por tanto, las subportadoras designadas pueden utilizarse completamente con el OFDM, y no se observa ninguna pérdida de ancho de banda.

La operación conjunta de OFDM y LFDM permite la transición dinámica entre estos dos esquemas de multiplexado, para obtener las ventajas de ambos esquemas, tales como:

- * Permitir una mejor utilización del ancho de banda del sistema,
- * Lograr una mayor ganancia de planificación de múltiples usuarios,
- * Lograr una mayor ganancia de planificación de subbandas,
- * Proporcionar ganancia al nivel de enlace para usuarios de alta SNR,
- 5 * Proporcionar más flexibilidad en operaciones de SIMO / MIMO,
- * Proporcionar más libertad en la selección de secuencias piloto y una más fácil planificación de red,
- * Proporcionar más flexibilidad al ajustar el porcentaje de sobregasto del piloto,
- * Reducir la pérdida de ancho de banda asociada al canal de control del LFDM,
- * Proporcionar ganancia al nivel de enlace con respecto al LFDM, y
- 10 * Proporcionar una menor complejidad de implementación en comparación con el LFDM.

Las técnicas descritas en la presente memoria pueden implementarse por diversos medios. Por ejemplo, estas técnicas pueden implementarse en hardware, firmware, software o una combinación de los mismos. Para una implementación en hardware, las unidades de procesamiento en un UE o un Nodo B pueden implementarse dentro de uno o más circuitos integrados específicos de la aplicación (ASIC), procesadores de señales digitales (DSP), dispositivos de procesamiento de señales digitales (DSPD), dispositivos de lógica programable (PLD), formaciones de compuertas programables en el terreno (FPGA), procesadores, controladores, microcontroladores, microprocesadores, dispositivos electrónicos, y otras unidades electrónicas diseñadas para realizar las funciones descritas en la presente memoria, o una combinación de los mismos.

Para una implementación en firmware y / o software, las técnicas pueden implementarse con módulos (p. ej., procedimientos, funciones, etc.) que realizan las funciones descritas en la presente memoria. Los códigos de firmware y / o software pueden almacenarse en una memoria y ser ejecutados por un procesador. La memoria puede implementarse dentro del procesador o ser externa al procesador.

La anterior descripción de las realizaciones reveladas se proporciona para permitir a cualquier persona experta en la técnica hacer o usar la revelación. Diversas modificaciones para estas realizaciones serán inmediatamente evidentes a los expertos en la técnica, y los principios genéricos definidos en la presente memoria pueden aplicarse a otras realizaciones sin apartarse del espíritu o el alcance de la revelación. Por tanto, la revelación no está concebida para limitarse a las realizaciones mostradas en la presente memoria, sino que ha de acordarse el más amplio alcance coherente con los principios y características novedosas reveladas en la presente memoria.

Lo que se ha descrito anteriormente incluye ejemplos de las diversas realizaciones. Por supuesto, no es posible describir cada combinación concebible de componentes o metodologías con el fin de describir las realizaciones, pero alguien medianamente experto en la técnica puede reconocer que son posibles muchas combinaciones y permutaciones adicionales. En consecuencia, la descripción detallada está concebida para abarcar todas aquellas alteraciones, modificaciones y variaciones que caigan dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

En particular, y con respecto a las diversas funciones realizadas por los componentes, dispositivos, circuitos, sistemas y similares, anteriormente descritos, los términos (incluyendo una referencia a un "medio") usados para describir tales componentes están concebidos para corresponder, a menos que se indique lo contrario, a cualquier componente que realice la función especificada del componente descrito (p. ej., un equivalente funcional), incluso aunque no sea estructuralmente equivalente a la estructura revelada, que realice la función en los aspectos ejemplares de las realizaciones ilustrados en la presente memoria. A este respecto, también se reconocerá que las realizaciones incluyen un sistema así como un medio legible por ordenador, con instrucciones ejecutables por ordenador, para efectuar los actos y / o sucesos de los diversos procedimientos.

Además, si bien una característica específica puede haberse revelado con respecto a solamente una de varias implementaciones, tal característica puede combinarse con una o más características de las otras implementaciones, según lo que se desee y sea ventajoso para cualquier aplicación dada o específica. Además, en la medida en que los términos "incluye" e "incluyendo", y las variantes de los mismos, se usen bien en la descripción detallada, o bien en las reivindicaciones, estos términos están concebidos para ser inclusivos, de manera similar al término "que comprende".

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (110) que comprende:
un medio para enviar una indicación a un equipo de usuario UE (220) para que funcione según un esquema de multiplexado de múltiples portadoras o un esquema de multiplexado de portadora única;
- 5 un medio para asignar al menos uno entre subportadoras continuas o tonos equidistantes al UE si se envía una indicación para funcionar según un esquema de multiplexado de portadora única; y
un medio para realizar el procesamiento para una transmisión recibida desde el UE según el esquema de multiplexado indicado.
- 10 2. El aparato de la reivindicación 1, en el cual el esquema de multiplexado de múltiples portadoras es el Multiplexado Ortogonal por División de Frecuencia (OFDM).
3. El aparato de la reivindicación 1, en el cual el esquema de multiplexado de portadora única es uno entre el Multiplexado Localizado por División de Frecuencia (LFDM) o el Multiplexado Intercalado por División de Frecuencia (IFDM).
- 15 4. El aparato de la reivindicación 1, en el cual un UE está configurado para el funcionamiento de entrada única y salidas múltiples (SIMO) cuando el medio funciona según el esquema de multiplexado de portadora única, y para el funcionamiento de entradas múltiples y salidas múltiples (MIMO) cuando el medio funciona según el esquema de multiplexado de múltiples portadoras.
5. El aparato de la reivindicación 1, que comprende un planificador que selecciona dinámicamente el esquema de multiplexado de portadora única o el esquema de multiplexado de múltiples portadoras para el UE, y que envía la indicación mediante señalización al UE.
- 20 6. El aparato de la reivindicación 5, en el cual la señalización comprende un bit de modalidad con un primer valor para indicar el esquema de multiplexado de múltiples portadoras o un segundo valor para indicar el esquema de multiplexado de portadora única.
7. El aparato de la reivindicación 1, en el cual se asignan subportadoras continuas al UE para el esquema de multiplexado de portadora única, y se asignan subportadoras continuas o no continuas al UE para el esquema de multiplexado de múltiples portadoras.
- 25 8. El aparato de la reivindicación 1, en el cual la transmisión se recibe desde el UE mediante múltiples antenas, y la detección de las múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) se lleva a cabo para separar espacialmente múltiples flujos enviados en la transmisión.
9. Un procedimiento que comprende:
30 enviar (804) una indicación a un equipo de usuario (UE) para que funcione según un esquema de multiplexado de múltiples portadoras o un esquema de multiplexado de portadora única;
asignar al menos uno entre subportadoras múltiples (812) o tonos equidistantes (826) al UE si se envía una indicación para que funcione según un esquema de multiplexado de portadora única; y
realizar el procesamiento para una transmisión recibida desde el UE según el esquema de multiplexado indicado.
- 35 10. Un procedimiento que comprende:
recibir una indicación para funcionar según un esquema de multiplexado de múltiples portadoras o un esquema de multiplexado de portadora única;
recibir una asignación de al menos uno entre subportadoras continuas o tonos equidistantes al UE si se recibe una indicación para funcionar según un esquema de multiplexado de portadora única; y
40 realizar el procesamiento para la transmisión según el esquema de multiplexado indicado.
11. Un aparato (120x, 120y) que comprende:
un medio para recibir una indicación para funcionar según un esquema de multiplexado de múltiples portadoras o un esquema de multiplexado de portadora única;
un medio para recibir una asignación de al menos uno entre subportadoras continuas o tonos equidistantes al UE si se recibe una indicación para funcionar según un esquema de multiplexado de portadora única; y
45

un medio para realizar el procesamiento para la transmisión según el esquema de multiplexado indicado.

12. Un programa de ordenador que incluye instrucciones operables para hacer que un aparato realice el procedimiento según la reivindicación 9 o la reivindicación 10.

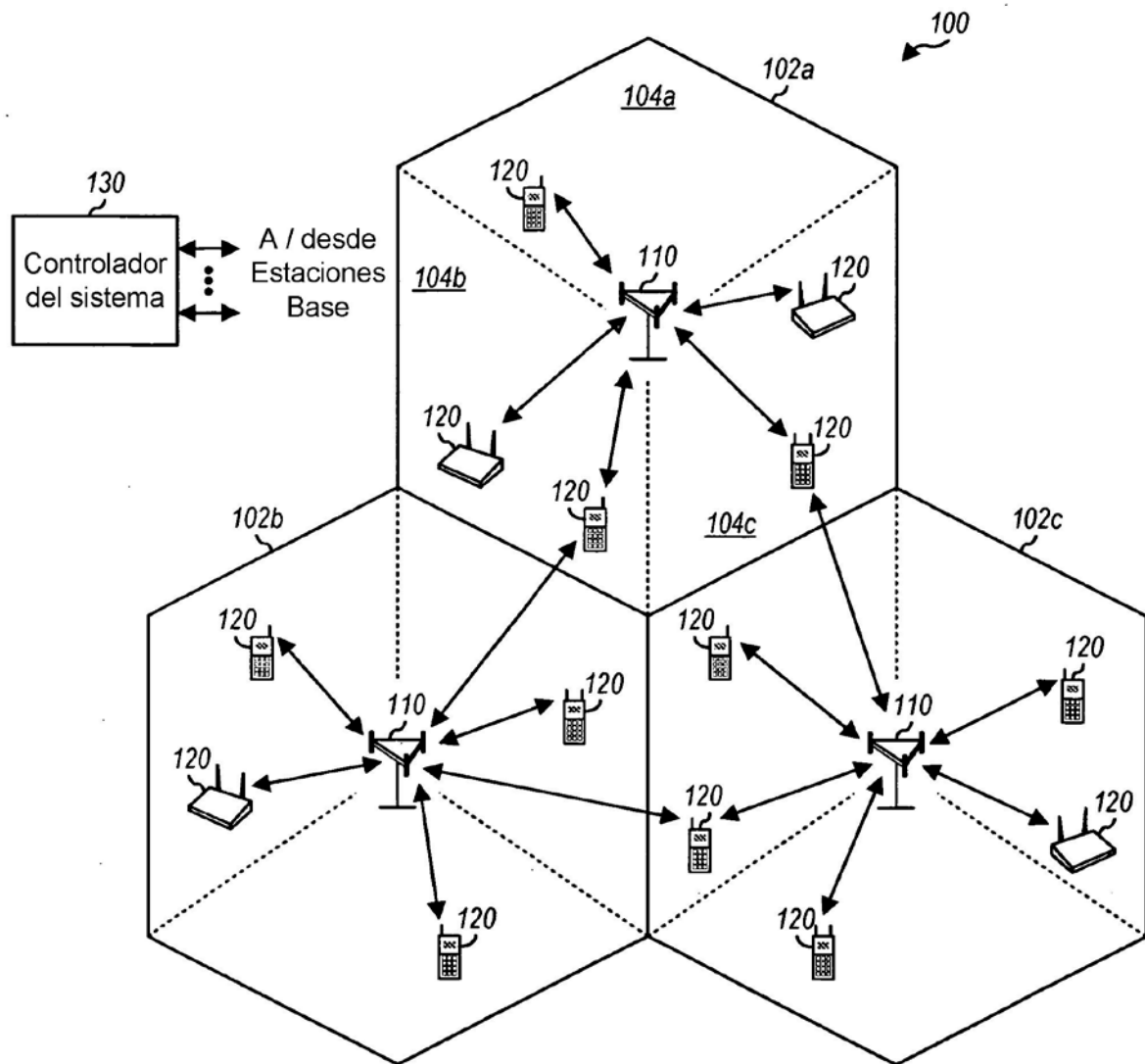


FIG. 1

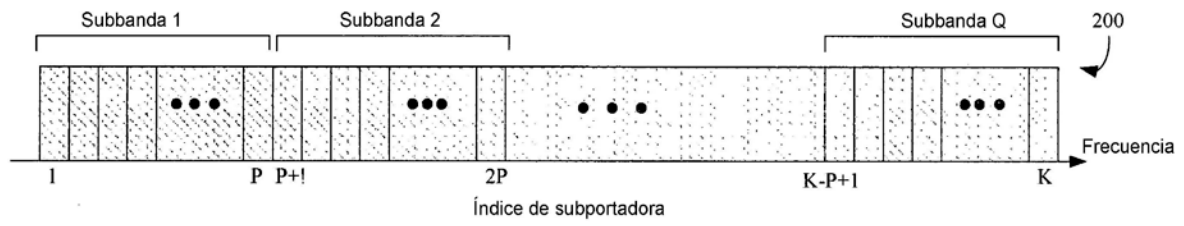


FIG. 2A

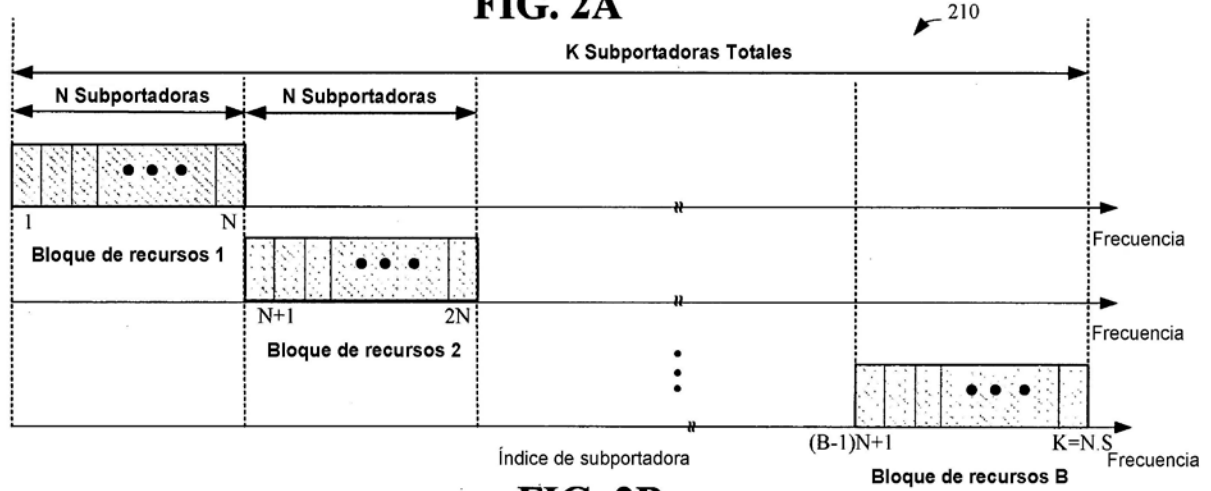


FIG. 2B

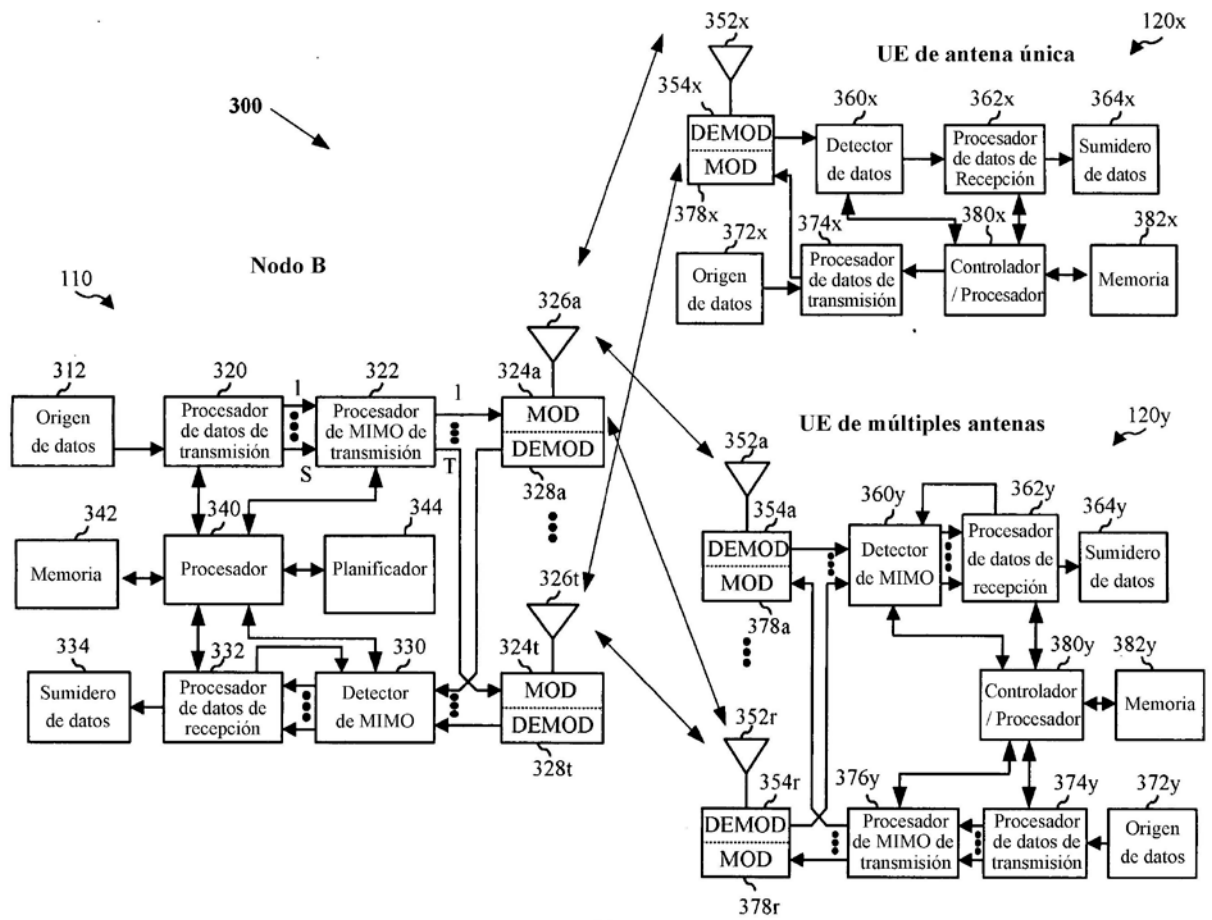


FIG. 3

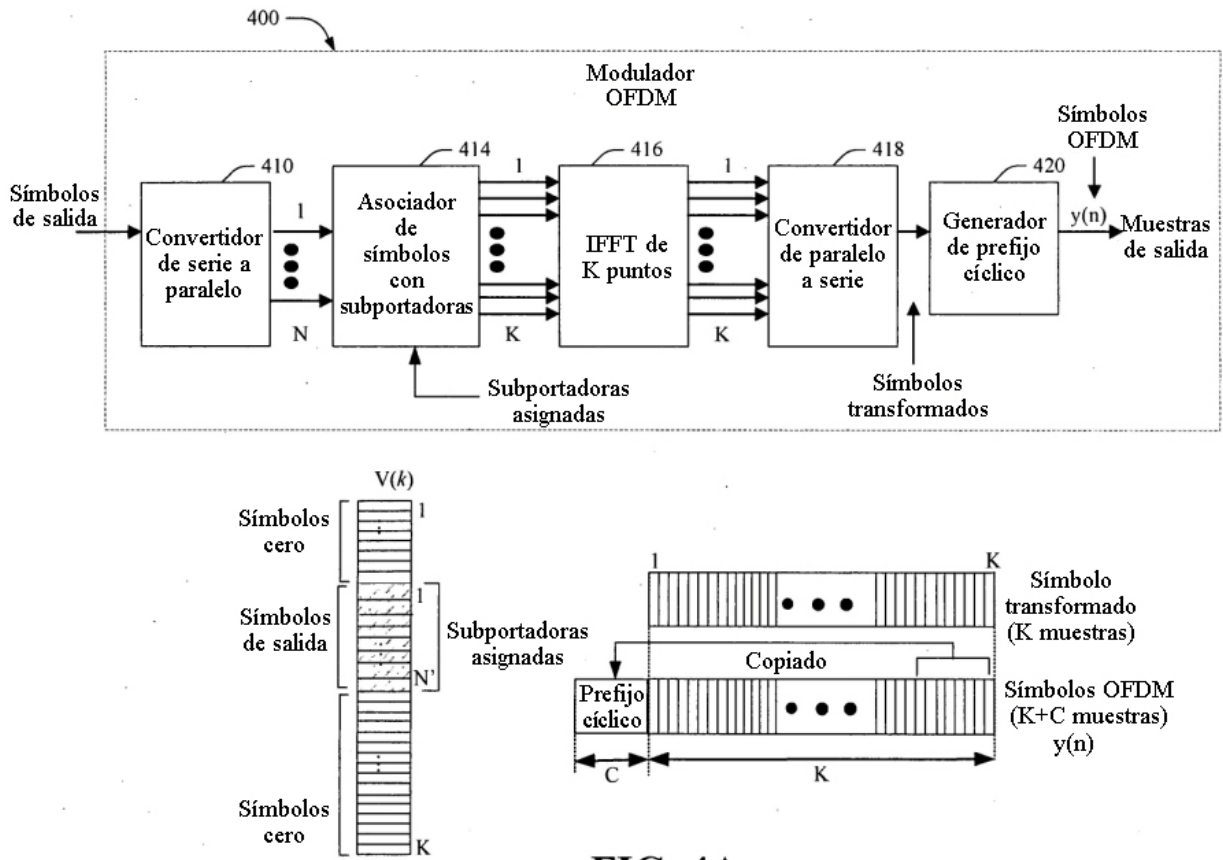


FIG. 4A

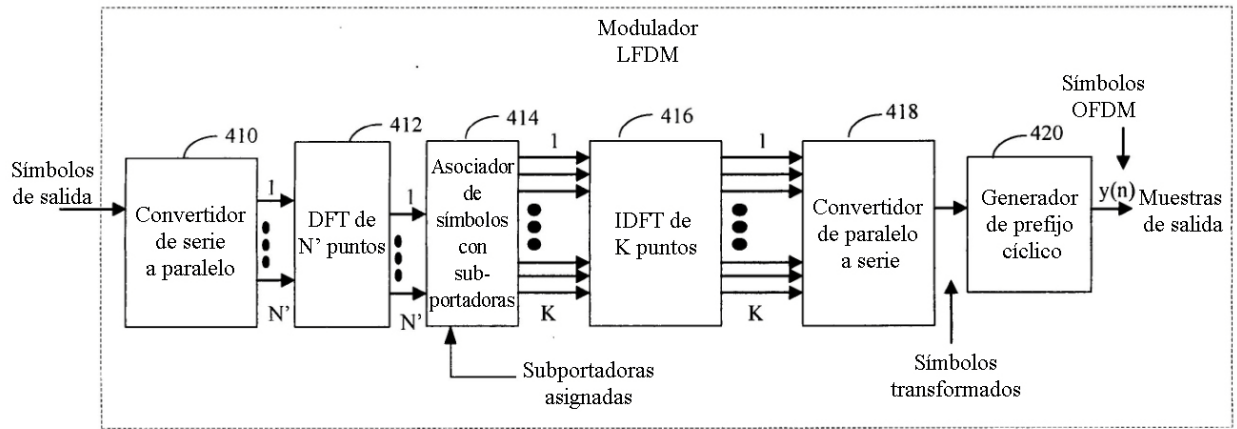


FIG. 4B

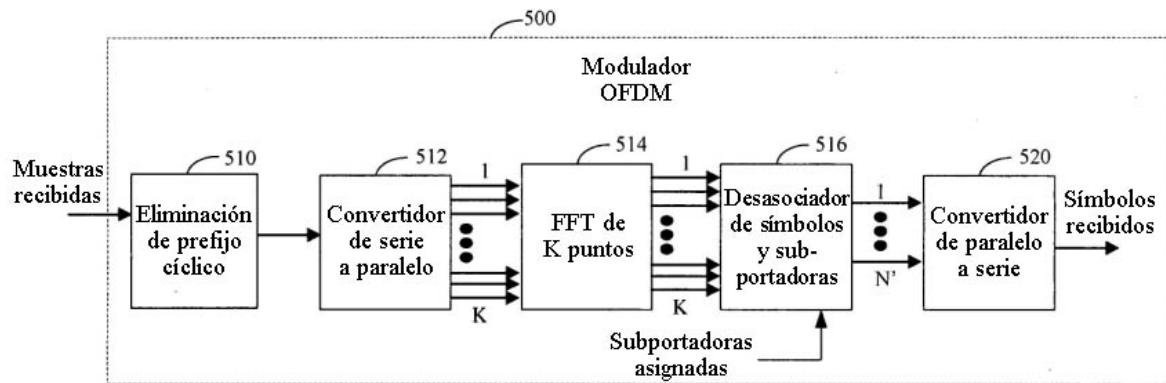


FIG. 5A

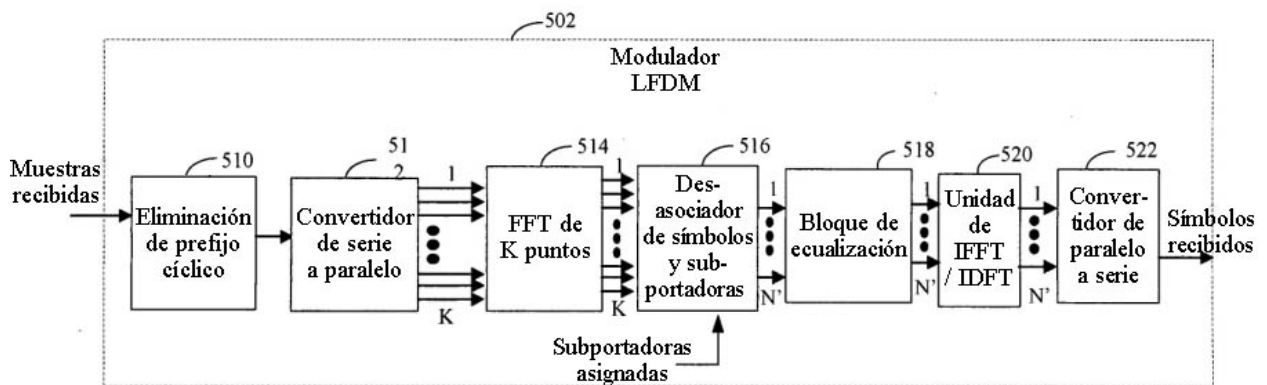


FIG. 5B

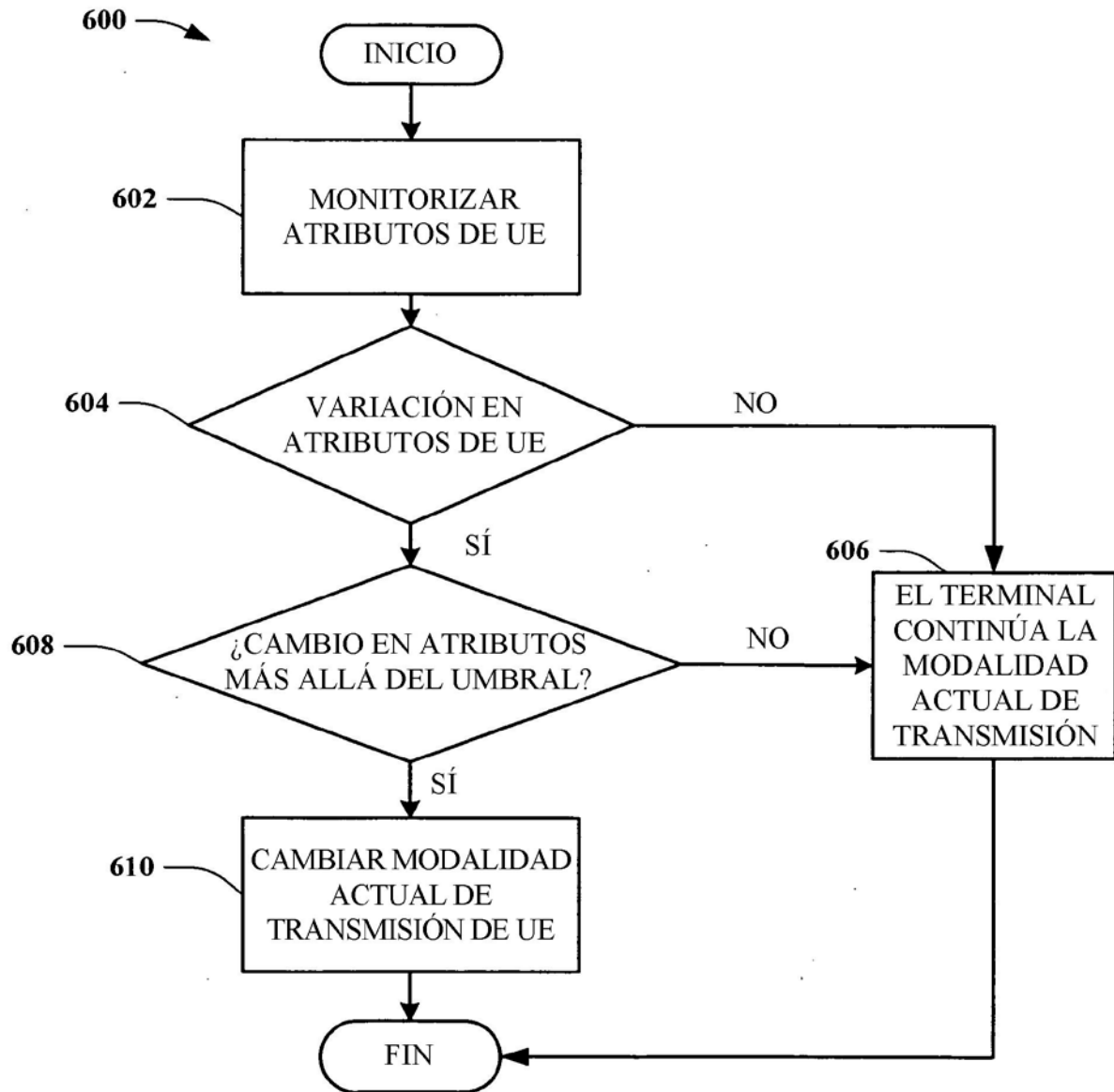


FIG. 6

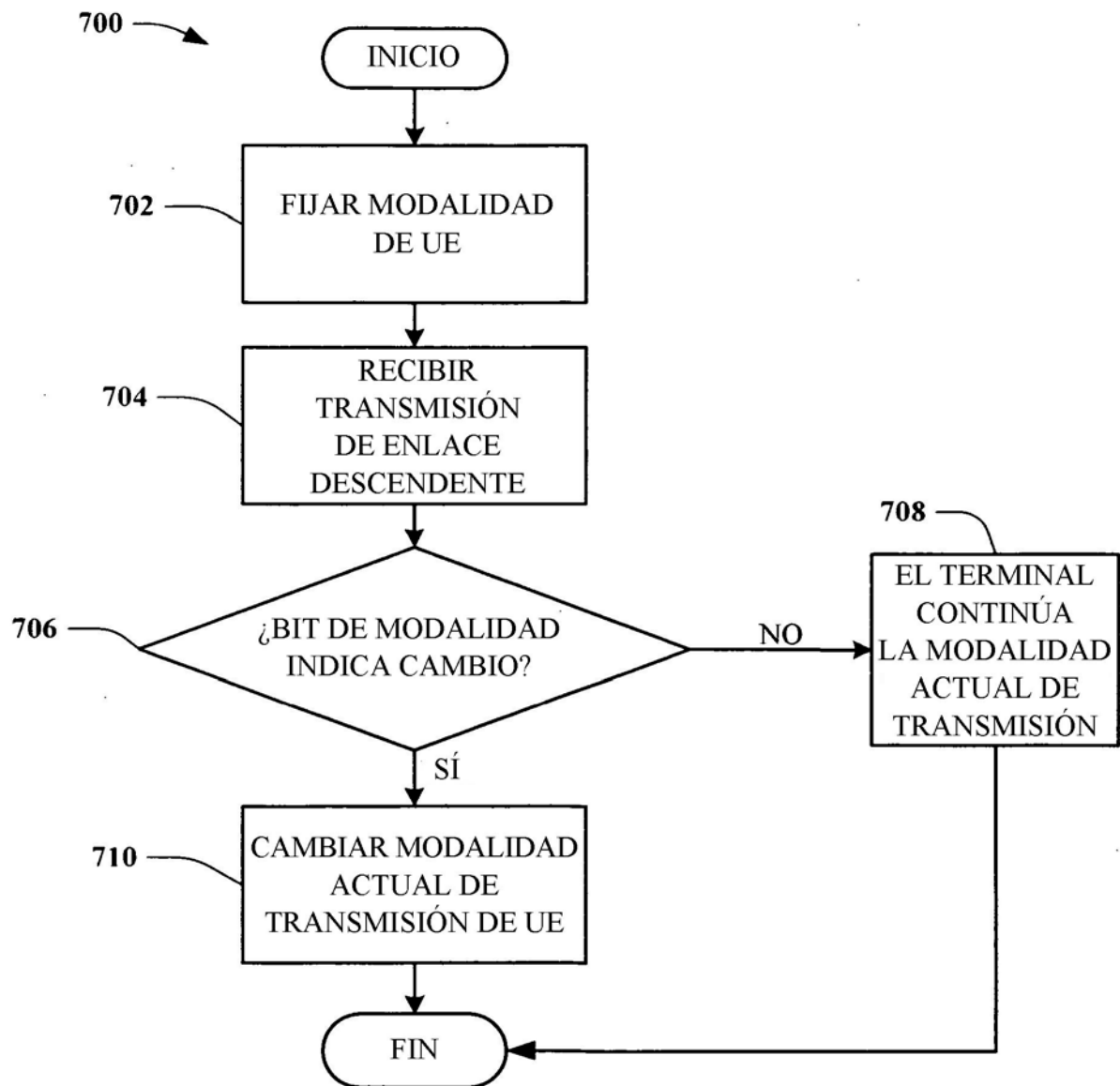
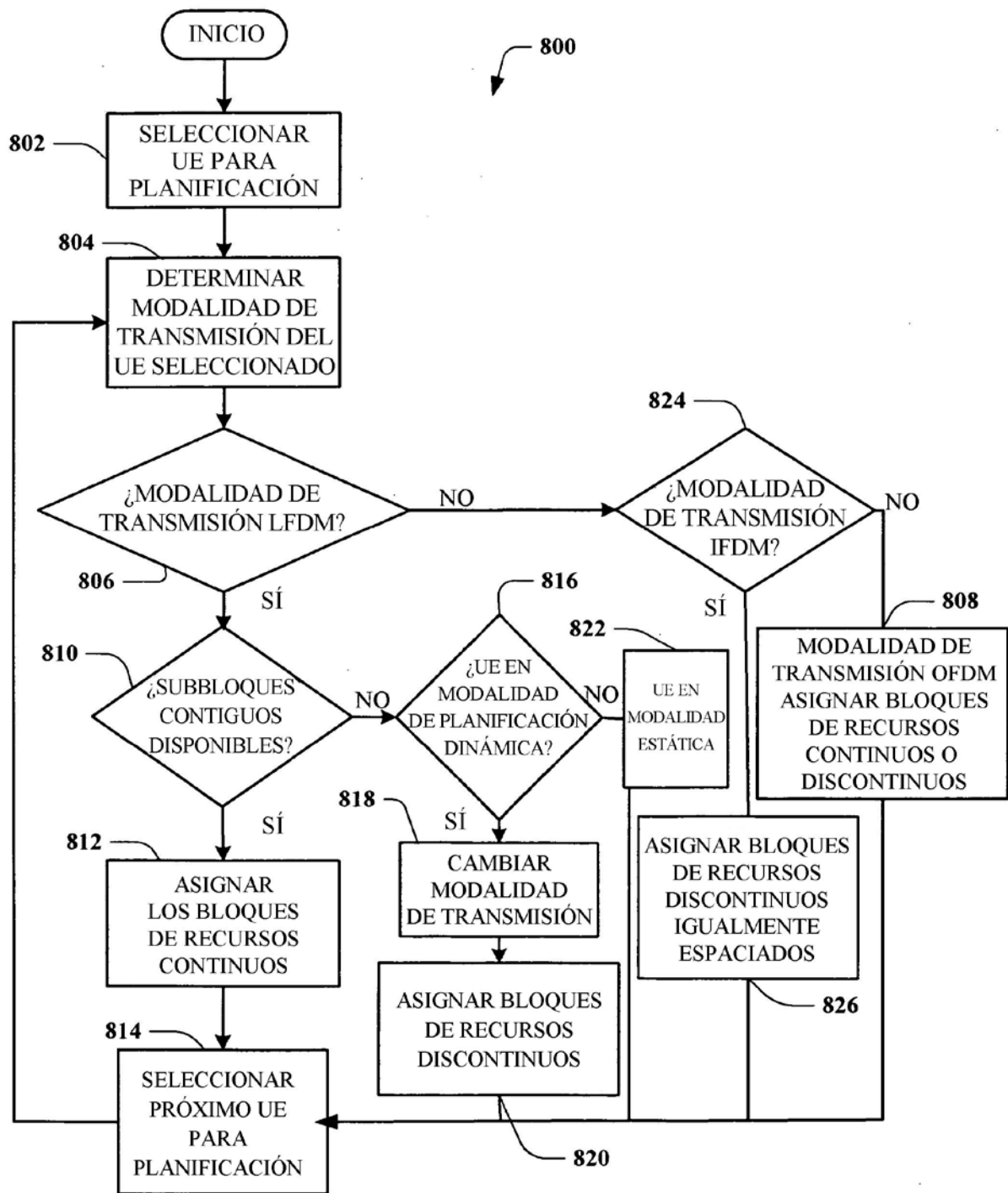


FIG. 7

**FIG. 8**

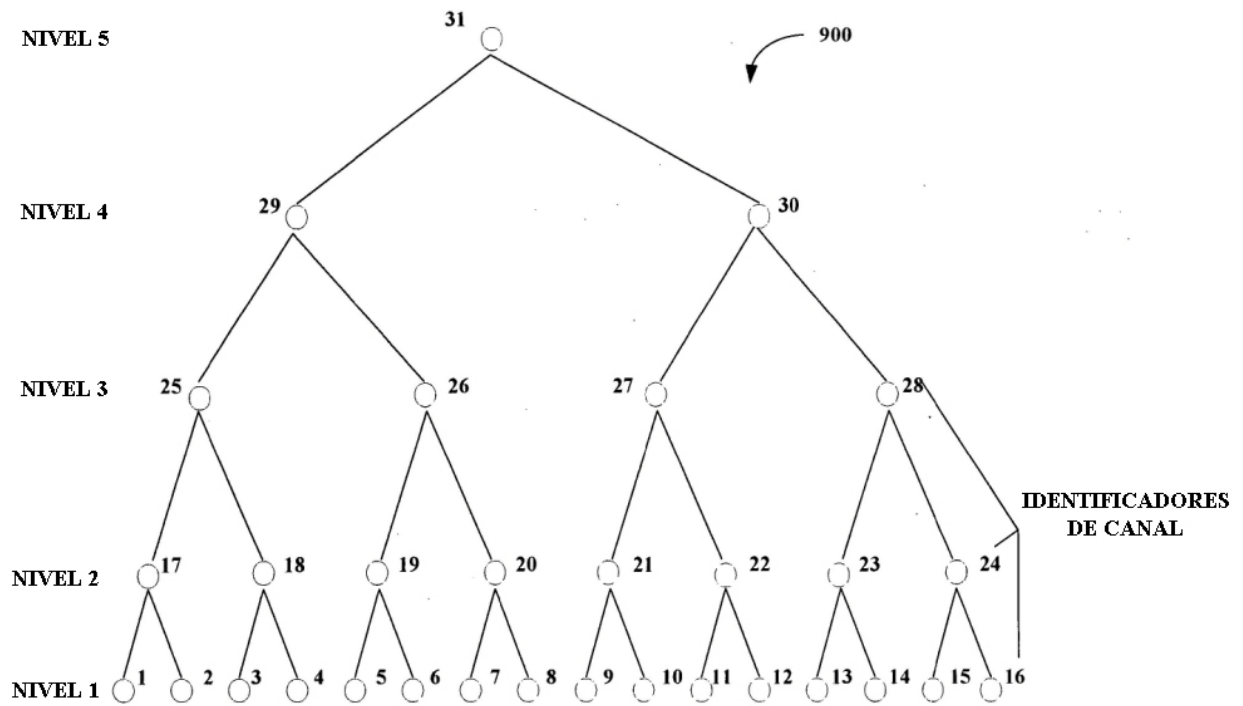


FIG. 9

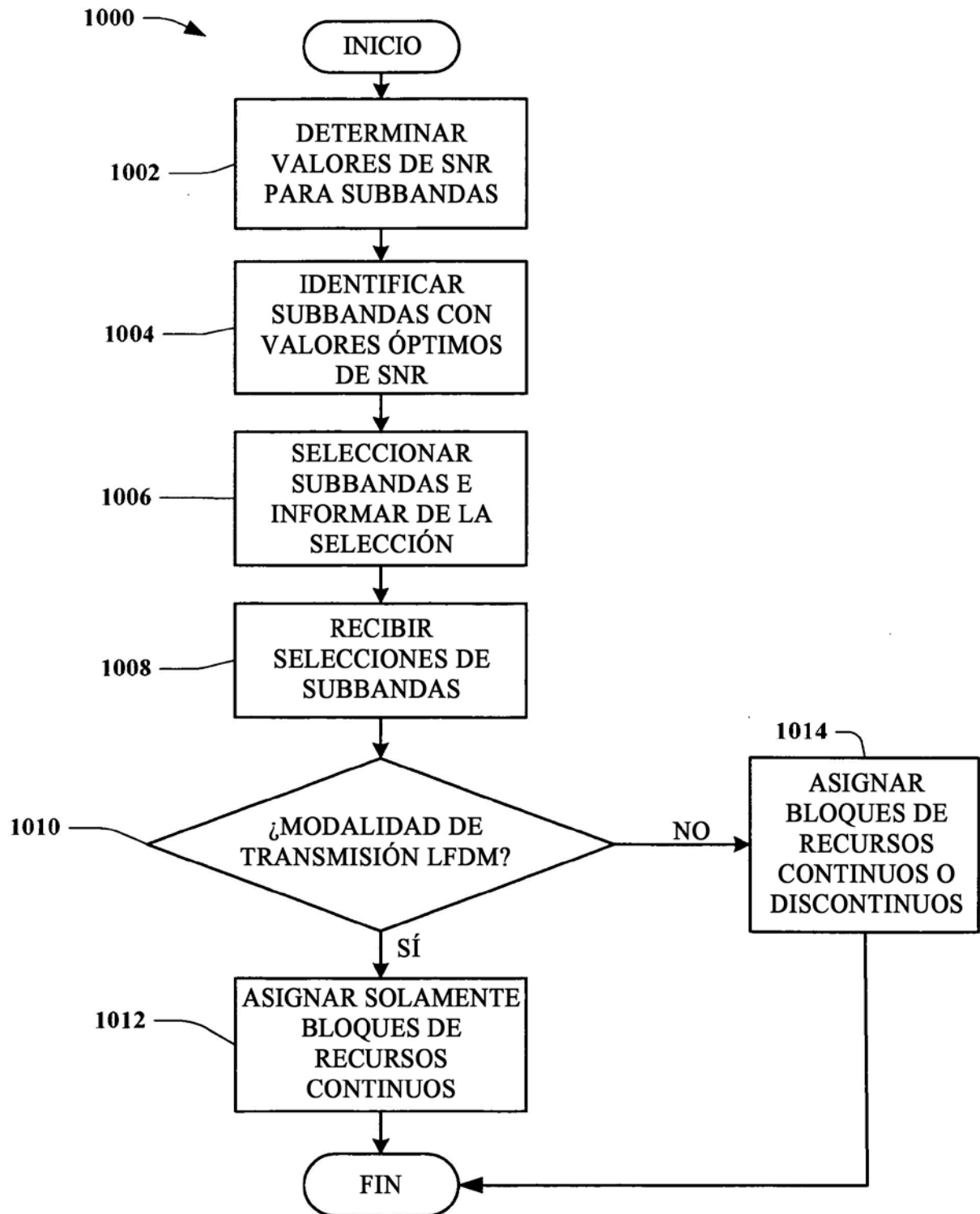


FIG. 10

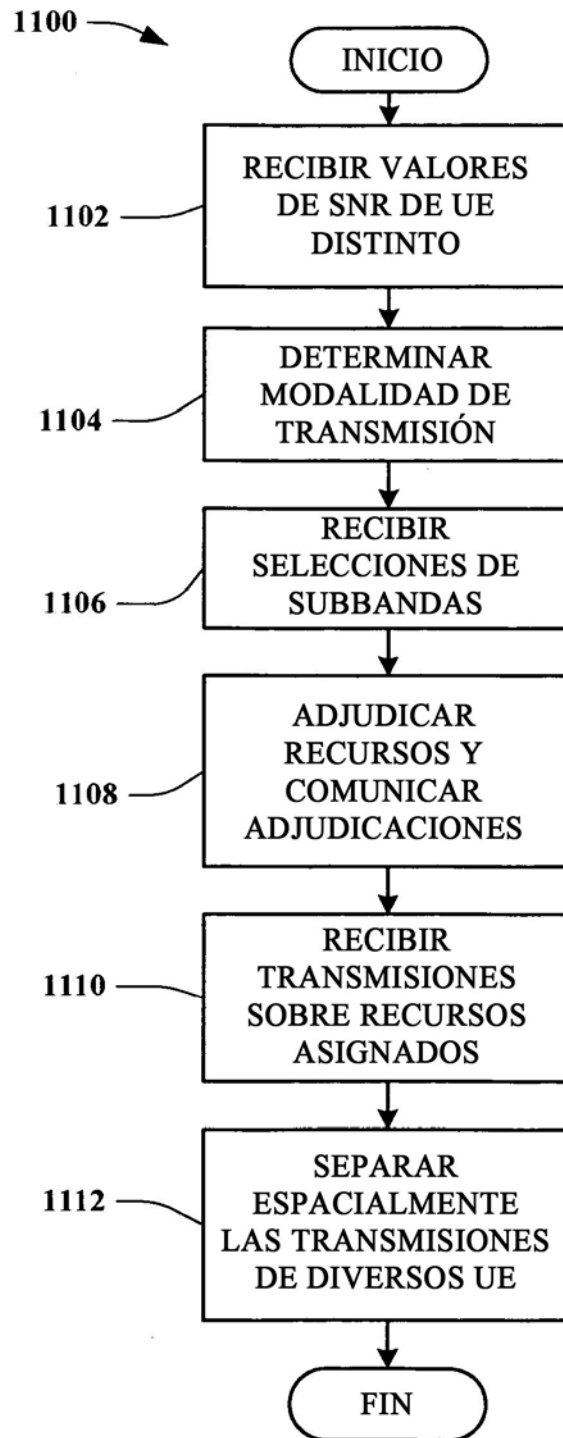
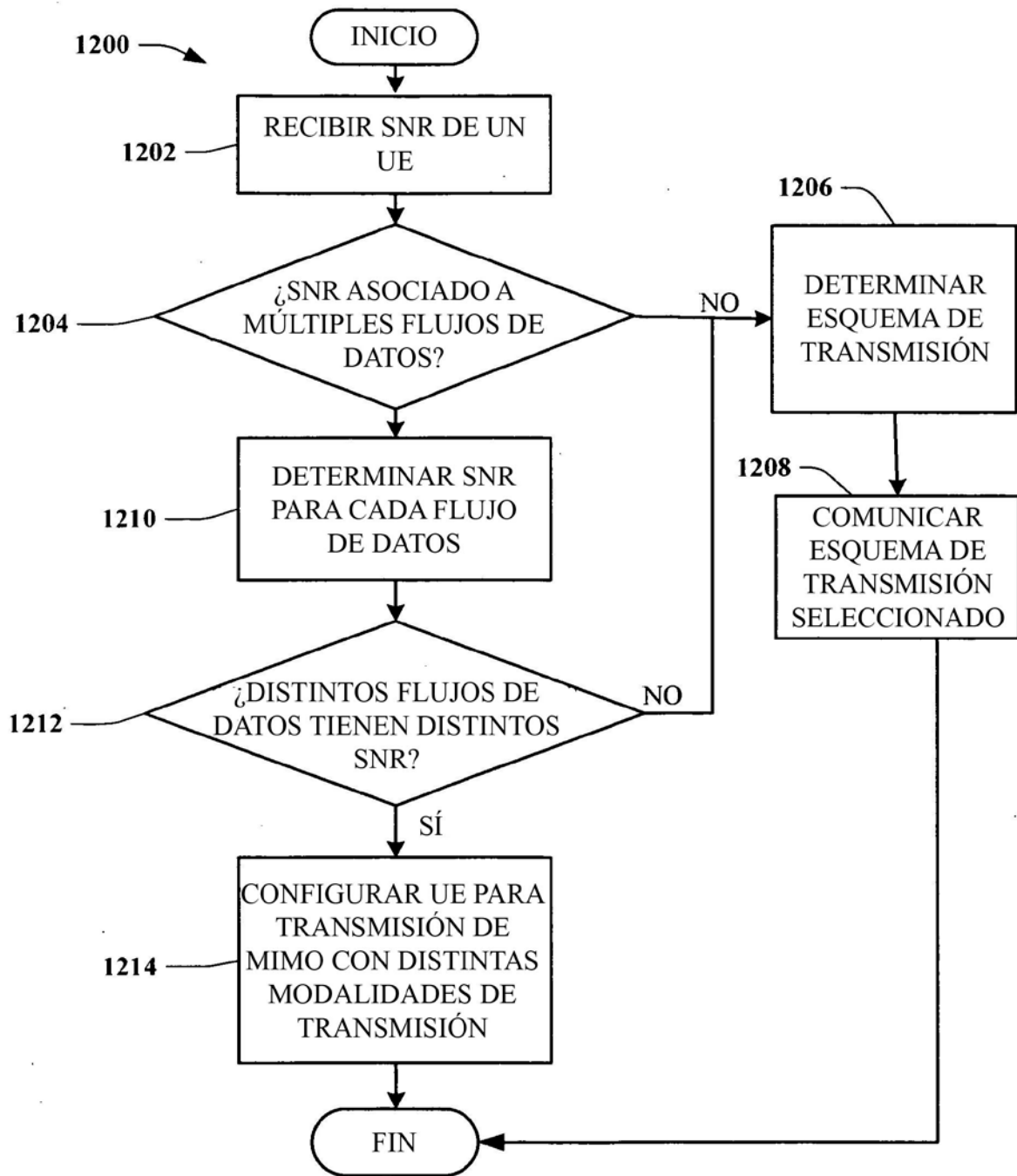


FIG. 11

**FIG. 12**

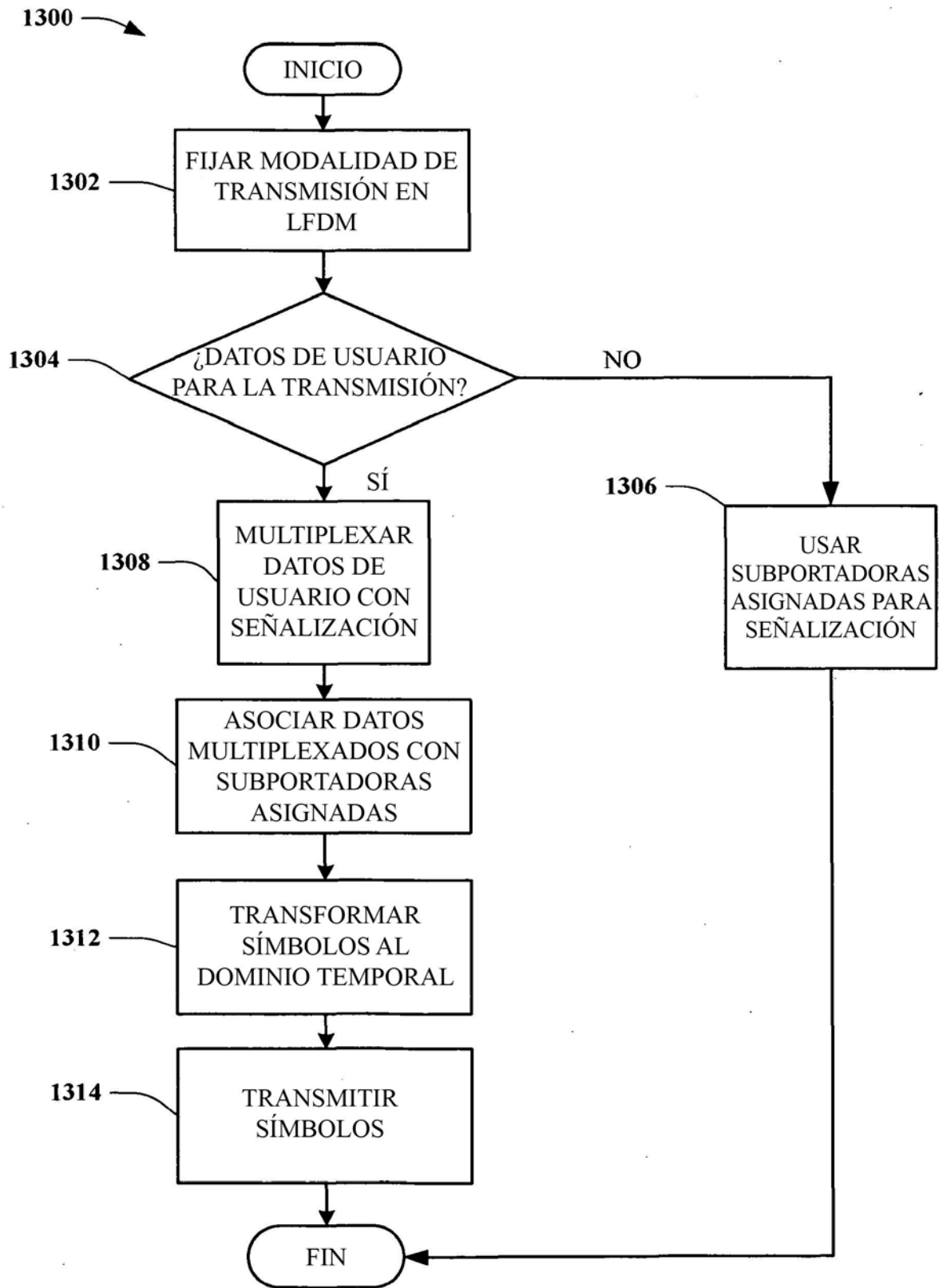


FIG. 13