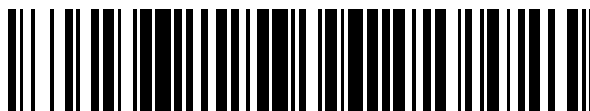


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 760 505**

51 Int. Cl.:

H04B 1/7143 (2011.01)

H04L 27/26 (2006.01)

H04W 4/70 (2008.01)

H04L 5/00 (2006.01)

H04W 74/08 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.11.2016 PCT/US2016/061483**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.06.2017 WO17105693**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.11.2016 E 16810518 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2019 EP 3391572**

54 Título: **PRACH de banda estrecha con múltiples distancias de salto de tono**

30 Prioridad:

18.12.2015 US 201562269799 P
29.09.2016 US 201615279991

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
14.05.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

WANG, RENQIU;
XU, HAO;
WANG, XIAO FENG;
CHEN, WANSHI;
GAAL, PETER;
MONTOJO, JUAN;
RICO ALVARINO, ALBERTO y
FAKOORIAN, SEYED ALI AKBAR

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 760 505 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

PRACH de banda estrecha con múltiples distancias de salto de tono

5 REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUD RELACIONADA

ANTECEDENTES

Campo

10 **[0001]** La presente divulgación se refiere en general a sistemas de comunicación, y más en particular, a un canal físico de acceso aleatorio (PRACH) en la comunicación inalámbrica de banda estrecha (NB).

Antecedentes

15 **[0002]** Los sistemas de comunicación inalámbrica están ampliamente desplegados para proporcionar diversos servicios de telecomunicación, tales como telefonía, vídeo, datos, mensajería y radiodifusión. Los sistemas de comunicación inalámbrica típicos pueden emplear tecnologías de acceso múltiple que pueden admitir una comunicación con múltiples usuarios compartiendo recursos disponibles del sistema. Los ejemplos de dichas tecnologías de acceso múltiple incluyen sistemas de acceso múltiple por división de código (CDMA), sistemas de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), sistemas de acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), sistemas de acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia (OFDMA), sistemas de acceso múltiple por división de frecuencia de portadora única (SC-FDMA) y sistemas de acceso múltiple por división de código síncrono de división de tiempo (TD-SCDMA).

25 **[0003]** Estas tecnologías de acceso múltiples se han adoptado en diversos estándares de telecomunicación para proporcionar un protocolo común que permite a diferentes dispositivos inalámbricos comunicarse en el ámbito municipal, nacional, regional e incluso global. Un ejemplo de estándar de telecomunicación es la evolución a largo plazo (LTE). La LTE es un conjunto de mejoras del estándar móvil del sistema universal de telecomunicaciones móviles (UMTS), promulgado por el Proyecto de Colaboración de Tercera Generación (3GPP). La LTE está diseñada para admitir el acceso de banda ancha móvil a través de una eficacia espectral mejorada, costes reducidos y servicios mejorados usando OFDMA en el enlace descendente, SC-FDMA en el enlace ascendente y la tecnología de antena de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO). Sin embargo, a medida que la demanda de acceso de banda ancha móvil se sigue incrementando, existe una necesidad de mejoras adicionales en la tecnología LTE. Estas mejoras también pueden ser aplicables a otras tecnologías de acceso múltiple y a los estándares de telecomunicación que emplean estas tecnologías.

40 **[0004]** La comunicación inalámbrica de banda estrecha (NB), tal como Internet de las cosas de NB (NB-IOT), se enfrenta a numerosas dificultades. Tiene una dimensión de frecuencia limitada que múltiples usuarios pueden compartir. Por ejemplo, NB-IOT puede ocupar un único bloque de recursos (RB), que presenta dificultades únicas para un NB PRACH. Grandes áreas de cobertura pueden dar como resultado desplazamientos de temporización NB-IOT que sobrepasan el intervalo que el prefijo cíclico normal (NCP) puede compensar. Además, los dispositivos pueden enfrentarse a entornos diferentes en base a las ubicaciones de los dispositivos y las localizaciones de instalación.

45 **[0005]** El borrador R1-157497 de 3GPP de Qualcomm Incorporated "Random access design", 3GPP TSG RAN WG1 n.º 83, se refiere a un diseño PRACH para NB-IOT.

50 **[0006]** El borrador R1-156885 de 3GPP de LG Electronics "Discussion on Random Access Procedure for NB-IoT", 3GPP TSG RAN WG1 reunión n.º 83, analiza algunas cuestiones relacionadas con el procedimiento de acceso aleatorio y el nivel de mejora de cobertura en NB-IoT.

55 **[0007]** El borrador R1-155514 de 3GPP de Samsung "Narrowband IOT - Uplink Design", 3GPP TSG RAN WG1 reunión n.º 82 bis, se refiere al diseño del canal físico de acceso aleatorio de enlace ascendente de banda estrecha y el canal físico compartido de enlace ascendente de banda estrecha.

[0008] La referencia US 2014/198742 A1 se refiere a la comunicación por radio y, en particular, a los procedimientos de acceso aleatorio usados en la comunicación entre el UE y los nodos de red de radio.

60 **[0009]** La referencia WO 2015/102281 A1 se refiere a la realización de un procedimiento de acceso aleatorio para mejorar la cobertura.

[0010] Todavía existe una necesidad de mejorar la exactitud de la estimación de la temporización.

65 **[0011]** La presente invención proporciona una solución de acuerdo con la materia objeto de las reivindicaciones independientes.

SUMARIO

[0012] A continuación se presenta un sumario simplificado de uno o más aspectos para proporcionar una comprensión básica de dichos aspectos. Este sumario no es una visión general extensa de todos los aspectos contemplados, y no pretende identificar elementos clave o esenciales de todos los aspectos, ni delimitar el alcance de algunos o todos los aspectos. Su único propósito es presentar algunos conceptos de uno o más aspectos de forma simplificada como preludio de la descripción más detallada que se presenta más adelante.

[0013] Dado que los dispositivos de NB-IOT están diseñados para funcionar en diferentes entornos de comunicación, resulta conveniente clasificar los dispositivos en base a unos niveles de mejora de cobertura (CE) que corresponden a las diferentes condiciones del entorno de los dispositivos. Debido a la dimensión limitada de un NB que puede ser usado por múltiples usuarios, así como a las posibles áreas de gran cobertura, la estimación de desplazamiento de temporización puede estar fuera del NCP. La inexactitud en la estimación de temporización se puede mitigar usando más de una distancia de salto de tono para PRACH.

[0014] En el presente documento se presentan múltiples aspectos para mejorar la exactitud de la estimación de temporización, por ejemplo, usando múltiples distancias de salto de tono entre tonos de un PRACH.

[0015] En un aspecto de la divulgación, se proporcionan un procedimiento, un medio legible por ordenador y un aparato. Un aparato transmite un primer y un segundo tono del PRACH a una primera distancia de salto del primer tono. El aparato transmite a continuación un tercer tono del PRACH y un cuarto tono del PRACH. El tercer tono puede estar a una segunda distancia de salto del segundo tono, o el cuarto tono puede estar a una segunda distancia de salto del tercer tono. La segunda distancia de salto puede ser mayor que la primera distancia de salto. El aparato también puede transmitir un tono adicional del PRACH usando una distancia de salto aleatoria.

[0016] Para lograr los fines anteriores y otros relacionados, el uno o más aspectos comprenden las características descritas a fondo más adelante en el presente documento, y señaladas en particular en las reivindicaciones. La siguiente descripción y los dibujos adjuntos exponen en detalle determinadas características ilustrativas del uno o más aspectos.

[0017] La presente invención está definida por las reivindicaciones adjuntas 1-15. Los modos de realización que no se hallan dentro del alcance de las reivindicaciones se deben interpretar como ejemplos útiles para comprender la invención.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0018]

La FIG. 1 es un diagrama que ilustra un ejemplo de sistema de comunicaciones inalámbricas y de red de acceso.

Las FIGS. 2A, 2B, 2C y 2D son diagramas que ilustran ejemplos de LTE de una estructura de trama DL, de canales DL dentro de la estructura de trama DL, una estructura de trama UL y canales UL dentro de la estructura de trama UL, respectivamente.

La FIG. 3 es un diagrama que ilustra un ejemplo de nodo B evolucionado (eNB) y de equipo de usuario (UE) en una red de acceso.

La FIG. 4 ilustra un salto de tono fijo y aleatorio en un PRACH de acuerdo con unos aspectos presentados en el presente documento.

La FIG. 5 ilustra el uso de diferentes distancias de salto de tono para una misma transmisión, de acuerdo con unos aspectos presentados en el presente documento.

La FIG. 6 ilustra unos aspectos de recepción de tonos PRACH, de acuerdo con unos aspectos presentados en el presente documento.

La FIG. 7 ilustra unos aspectos de recepción de tonos PRACH, de acuerdo con unos aspectos presentados en el presente documento.

La FIG. 8A ilustra unos aspectos de un sistema de comunicación inalámbrica de acuerdo con unos aspectos presentados en el presente documento.

La FIG. 8B ilustra una correspondencia de distancias de salto de tono con niveles de CE, de acuerdo con unos aspectos presentados en el presente documento.

La FIG. 9 ilustra una multiplexación de múltiples regiones de transmisión correspondientes a diferentes niveles de CE, de acuerdo con unos aspectos presentados en el presente documento.

La FIG. 10 ilustra un ejemplo de mapeo entre tonos de un PRACH y recursos de datos, de acuerdo con unos aspectos presentados en el presente documento.

La FIG. 11 es un diagrama de flujo de un procedimiento de comunicación inalámbrica.

La FIG. 12 es un diagrama de flujo de datos conceptual que ilustra el flujo de datos entre diferentes medios/componentes en un aparato ejemplar.

La FIG. 13 es un diagrama que ilustra un ejemplo de implementación en hardware para un aparato que emplea un sistema de procesamiento.

La FIG. 14 es un diagrama de flujo de un procedimiento de comunicación inalámbrica.

La FIG. 15 es un diagrama de flujo de datos conceptual que ilustra el flujo de datos entre diferentes medios/componentes en un aparato ejemplar.

La FIG. 16 es un diagrama que ilustra un ejemplo de implementación en hardware para un aparato que emplea un sistema de procesamiento.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0019] La descripción detallada expuesta a continuación en relación con los dibujos adjuntos está concebida como una descripción de diversas configuraciones y no está concebida para representar las únicas configuraciones en las que se pueden llevar a la práctica los conceptos descritos en el presente documento. La descripción detallada incluye detalles específicos para el propósito de proporcionar una plena comprensión de diversos conceptos. Sin embargo, resultará evidente para los expertos en la técnica que estos conceptos se pueden llevar a la práctica sin estos detalles específicos. En algunos ejemplos, se muestran estructuras y componentes bien conocidos en forma de diagrama de bloques para evitar complicar dichos conceptos.

[0020] A continuación, se presentarán varios aspectos de los sistemas de telecomunicación con referencia a diversos aparatos y procedimientos. Estos aparatos y procedimientos se describirán en la siguiente descripción detallada y se ilustrarán en los dibujos adjuntos mediante diversos bloques, componentes, circuitos, procesos, algoritmos, etc. (denominados colectivamente "elementos"). Estos elementos se pueden implementar usando hardware electrónico, software o cualquier combinación de los mismos. Si dichos elementos se implementan como hardware o software depende de la aplicación particular y de las limitaciones de diseño impuestas al sistema global.

[0021] A modo de ejemplo, un elemento, o cualquier parte de un elemento o cualquier combinación de elementos se pueden implementar como un "sistema de procesamiento" que incluye uno o más procesadores. Los ejemplos de procesadores incluyen microprocesadores, microcontroladores, unidades de procesamiento de gráficos (GPU), unidades centrales de procesamiento (CPU), procesadores de aplicaciones, procesadores de señales digitales (DSP), procesadores informáticos de conjunto de instrucciones reducido (RISC), sistemas en un chip (SoC), procesadores de banda base, matrices de puertas programables *in situ* (FPGA), dispositivos de lógica programable (PLD), máquinas de estado, lógica de puertas, circuitos de hardware discretos y otro tipo de hardware adecuado configurado para realizar las diversas funciones descritas a lo largo de esta divulgación. Uno o más procesadores del sistema de procesamiento pueden ejecutar software. El término "software" se interpretará en sentido amplio para referirse a instrucciones, conjuntos de instrucciones, código, segmentos de código, código de programa, programas, subprogramas, componentes de software, aplicaciones, aplicaciones de software, paquetes de software, rutinas, subrutinas, objetos, ejecutables, hilos de ejecución, procedimientos, funciones, etc., independientemente de si se denominan software, firmware, middleware, microcódigo, lenguaje de descripción de hardware o de otra forma.

[0022] Por consiguiente, en uno o más ejemplos de modos de realización, las funciones descritas se pueden implementar en hardware, software, firmware o en cualquier combinación de los mismos. Si se implementan en software, las funciones se pueden almacenar en, o codificar como, una o más instrucciones o código en un medio legible por ordenador. Los medios legibles por ordenador incluyen medios de almacenamiento informático. Los medios de almacenamiento pueden ser cualquier medio disponible al que se pueda acceder mediante un ordenador. A modo de ejemplo, y no de limitación, dichos medios legibles por ordenador pueden comprender una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de solo lectura (ROM), una ROM programable y borrable eléctricamente (EEPROM), un almacenamiento de disco óptico, un almacenamiento de disco magnético, otros dispositivos de almacenamiento magnético, combinaciones de los tipos mencionados anteriormente de medios legibles por ordenador, o cualquier otro medio que se pueda usar para almacenar código ejecutable por ordenador en forma de instrucciones o estructuras de datos a las que se puede acceder mediante un ordenador.

[0023] La FIG. 1 es un diagrama que ilustra un ejemplo de sistema de comunicaciones inalámbricas y de red de acceso 100. El sistema de comunicaciones inalámbricas (también denominado red de área amplia inalámbrica (WWAN)) incluye unas estaciones base 102, unos UE 104 y un núcleo de paquetes evolucionado (EPC) 160. Las estaciones base 102 pueden incluir macrocélulas (estación base celular de alta potencia) y/o células pequeñas (estación base celular de baja potencia). Las macrocélulas incluyen eNB. Las células pequeñas incluyen femtocélulas, picocélulas y microcélulas.

[0024] Las estaciones base 102 (denominadas conjuntamente red de acceso por radio terrestre del sistema universal de telecomunicaciones móviles (UMTS) evolucionado (E-UTRAN)) interactúan con el EPC 160 a través de enlaces de red de retorno 132 (por ejemplo, interfaz S1). Además de otras funciones, las estaciones base 102 pueden realizar una o más de las siguientes funciones: transferencia de datos de usuario, cifrado y descifrado de canales de radio, protección de integridad, compresión de cabeceras, funciones de control de movilidad (por ejemplo, traspaso, conectividad doble), coordinación de interferencia intercélulas, establecimiento y liberación de conexiones, equilibrado de carga, distribución para mensajes de estrato de no acceso (NAS), selección de nodos NAS, sincronización, uso compartido de la red de acceso por radio (RAN), servicio de radiodifusión y multidifusión multimedia (MBMS), seguimiento de abonados y equipos, gestión de información RAN (RIM), radiobúsqueda, posicionamiento y entrega de mensajes de alerta. Las estaciones base 102 se pueden comunicar directa o indirectamente (por ejemplo, a través del EPC 160) entre sí a través de enlaces de red de retorno 134 (por ejemplo, una interfaz X2). Los enlaces de red de retorno 134 pueden ser alámbricos o inalámbricos.

[0025] Las estaciones base 102 pueden comunicarse inalámbricamente con los UE 104. Cada una de las estaciones base 102 puede proporcionar cobertura de comunicación para una respectiva área de cobertura geográfica 110. Puede haber áreas de cobertura geográfica 110 superpuestas. Por ejemplo, la célula pequeña 102' puede tener un área de cobertura 110' que se superpone al área de cobertura 110 de una o más macroestaciones base 102. Una red que incluye tanto células pequeñas como macrocélulas se puede denominar red heterogénea. Una red heterogénea también puede incluir nodos B evolucionados (eNB) locales (HeNB), que pueden proporcionar servicio a un grupo restringido conocido como grupo cerrado de abonados (CSG). Los enlaces de comunicación 120 entre las estaciones base 102 y los UE 104 pueden incluir transmisiones de enlace ascendente (UL) (también denominado enlace inverso) desde un UE 104 a una estación base 102 y/o transmisiones de enlace descendente (DL) (también denominado enlace directo) desde una estación base 102 a un UE 104. Los enlaces de comunicación 120 pueden usar tecnología de antena MIMO, incluida la multiplexación espacial, la conformación de haces y/o la diversidad de transmisión. Los enlaces de comunicación pueden ser a través de una o más portadoras. Las estaciones base 102/los UE 104 pueden usar un espectro de ancho de banda de hasta Y MHz (por ejemplo, 5, 10, 15, 20 MHz) por portadora asignada de una agregación de portadoras de hasta un total de Yx MHz (x portadoras de componentes) usadas para la transmisión en cada dirección. Las portadoras pueden o no ser adyacentes entre sí. La asignación de portadoras puede ser asimétrica con respecto al DL y el UL (por ejemplo, para el DL se pueden asignar más o menos portadoras que para el UL). Las portadoras de componentes pueden incluir una portadora de componentes principal y una o más portadoras de componentes secundarias. Una portadora de componentes principal se puede denominar célula principal (PCell) y una portadora de componentes secundaria se puede denominar célula secundaria (SCell).

[0026] El sistema de comunicaciones inalámbricas puede incluir además un punto de acceso wifi (AP) 150 en comunicación con estaciones wifi (STA) 152 por medio de enlaces de comunicación 154 en un espectro de frecuencias sin licencia de 5 GHz. Cuando se comunica en un espectro de frecuencias sin licencia, las STA 152/el AP 150 pueden realizar una evaluación de canal despejado (CCA) antes de comunicarse para determinar si el canal está disponible.

[0027] La célula pequeña 102' puede funcionar en un espectro de frecuencias con licencia y/o sin licencia. Cuando funciona en un espectro de frecuencias sin licencia, la célula pequeña 102' puede emplear LTE y usar el mismo espectro de frecuencias sin licencia de 5 GHz que el AP wifi 150. La célula pequeña 102', que emplea LTE en un espectro de frecuencias sin licencia, puede ampliar la cobertura y/o incrementar la capacidad de la red de acceso. La LTE en un espectro sin licencia se puede denominar LTE sin licencia (LTE-U), acceso asistido con licencia (LAA) o MuLTEfire.

[0028] La estación base 180 de onda milimétrica (mmW) puede funcionar en frecuencias de mmW y/o frecuencias cercanas a mmW. La frecuencia extremadamente alta (EHF) forma parte de la RF en el espectro electromagnético. La EHF tiene una gama de 30 GHz a 300 GHz y una longitud de onda entre 1 milímetro y 10 milímetros. Las ondas de radio de la banda se pueden denominar ondas milimétricas. La mmW cercana se puede extender hasta una frecuencia de 3 GHz con una longitud de onda de 100 milímetros. La banda de superaltas frecuencias (SHF) se extiende entre 3 GHz y 30 GHz, también conocida como onda centimétrica. Las comunicaciones que usan la banda de radiofrecuencias mmW/mmW cercana tienen una pérdida de trayecto extremadamente alta y un alcance corto. La estación base mmW 180 puede utilizar conformación de haces 184 para compensar la pérdida de trayecto extremadamente alta y el alcance corto.

[0029] El EPC 160 puede incluir una entidad de gestión de movilidad (MME) 162, otras MME 164, una pasarela de servicio 166, una pasarela de servicio de multidifusión y radiodifusión multimedia (MBMS) 168, un centro de servicio de multidifusión y radiodifusión (BM-SC) 170 y una pasarela de red de datos por paquetes (PDN) 172. La MME 162 puede estar en comunicación con un servidor de abonados locales (HSS) 174. La MME 162 es el nodo de control que

procesa la señalización entre los UE 104 y el EPC 160. En general, la MME 162 proporciona gestión de portadores y de conexión. Todos los paquetes de protocolo de Internet (IP) de usuario se transfieren a través de la pasarela de servicio 166, que está conectada a la pasarela PDN 172. La pasarela PDN 172 proporciona asignación de direcciones UE IP, así como otras funciones. La pasarela PDN 172 y el BM-SC 170 están conectados a los servicios IP 176. Los servicios IP 176 pueden incluir Internet, una intranet, un subsistema multimedia IP (IMS), un servicio de flujo continuo con PS (PSS) y/u otros servicios IP. El BM-SC 170 puede proporcionar funciones para el suministro y la entrega de servicios de usuario MBMS. El BM-SC 170 puede servir como punto de entrada para la transmisión MBMS de proveedor de contenido, se puede usar para autorizar e iniciar servicios de portador MBMS dentro de una red móvil terrestre pública (PLMN) y se puede usar para programar transmisiones MBMS. La pasarela MBMS 168 se puede usar para distribuir tráfico MBMS a las estaciones base 102 pertenecientes a un área de red de frecuencia única de multidifusión y radiodifusión (MBSFN) que realiza la radiodifusión de un servicio particular y puede ser responsable de la gestión de sesiones (inicio/parada) y de la recopilación de información de tarificación relacionada con el eMBMS.

[0030] La estación base también se puede denominar nodo B, nodo B evolucionado (eNB), punto de acceso, estación transceptora base, estación base de radio, transceptor de radio, función transceptora, conjunto de servicios básicos (BSS), conjunto de servicios ampliados (ESS) o con alguna otra terminología adecuada. La estación base 102 proporciona un punto de acceso al EPC 160 para un UE 104. Los ejemplos de UE 104 incluyen un teléfono móvil, un teléfono inteligente, un teléfono de protocolo de inicio de sesión (SIP), un ordenador portátil, un asistente digital personal (PDA), una radio por satélite, un sistema de posicionamiento global, un dispositivo multimedia, un dispositivo de vídeo, un reproductor de audio digital (por ejemplo, un reproductor MP3), una cámara, una consola de juegos, una tableta, un dispositivo inteligente, un dispositivo ponible o cualquier otro dispositivo de funcionamiento similar. El UE 104 también se puede denominar estación, estación móvil, estación de abonado, unidad móvil, unidad de abonado, unidad inalámbrica, unidad remota, dispositivo móvil, dispositivo inalámbrico, dispositivo de comunicaciones inalámbricas, dispositivo remoto, estación de abonado móvil, terminal de acceso, terminal móvil, terminal inalámbrico, terminal remoto, microteléfono, agente de usuario, cliente móvil, cliente, o con alguna otra terminología adecuada.

[0031] En referencia de nuevo a la FIG. 1, en determinados aspectos, el UE 104/eNB 102 puede comprender un componente PRACH 198. En el UE 104, el componente PRACH 198 puede estar configurado para transmitir tonos de un PRACH usando múltiples distancias de salto, por ejemplo, incluyendo una primera distancia, una segunda distancia más larga que la primera distancia, y/o una distancia de salto aleatoria. El componente PRACH 198 puede comprender, por ejemplo, unos componentes 1208, 1210 en la FIG. 12. De forma similar, un eNB 102 puede comprender un componente PRACH 198 configurado para recibir tonos de un PRACH desde un UE que tiene múltiples distancias de salto, por ejemplo, incluyendo una primera distancia, una segunda distancia más larga que la primera distancia y/o una distancia de salto aleatoria. El componente PRACH 198 del eNB puede determinar una estimación de fase en base a los conjuntos de tonos que tienen diferentes distancias de salto.

[0032] La FIG. 2A es un diagrama 200 que ilustra un ejemplo de estructura de trama DL en LTE. La FIG. 2B es un diagrama 230 que ilustra un ejemplo de canales dentro de la estructura de trama DL en LTE. La FIG. 2C es un diagrama 250 que ilustra un ejemplo de estructura de trama UL en LTE. La FIG. 2D es un diagrama 280 que ilustra un ejemplo de canales dentro de la estructura de trama UL en LTE. Otras tecnologías de comunicación inalámbrica pueden tener una estructura de trama diferente y/o canales diferentes. En LTE, una trama (10 ms) se puede dividir en 10 subtramas del mismo tamaño. Cada subtrama puede incluir dos ranuras temporales consecutivas. Se puede usar una rejilla de recursos para representar las dos ranuras temporales, incluyendo cada ranura temporal uno o más bloques de recursos (RB) concurrentes en el tiempo (también conocidos como RB físicos (PRB)). La rejilla de recursos está dividida en múltiples elementos de recurso (RE). En LTE, para un prefijo cíclico normal, un RB contiene 12 subportadoras consecutivas en el dominio de la frecuencia y 7 símbolos consecutivos (para DL, símbolos OFDM; para UL, símbolos SC-FDMA) en el dominio del tiempo, para un total de 84 RE. Para un prefijo cíclico ampliado, un RB contiene 12 subportadoras consecutivas en el dominio de la frecuencia y 6 símbolos consecutivos en el dominio del tiempo, para un total de 72 RE. El número de bits transmitidos por cada RE depende del sistema de modulación.

[0033] Como se ilustra en la FIG. 2A, algunos de los RE transmiten señales de referencia (piloto) DL (DL-RS) para la estimación de canal en el UE. La DL-RS puede incluir señales de referencia específicas de célula (CRS) (a veces también llamadas RS comunes), señales de referencia específicas de UE (UE-RS) y señales de referencia de información de estado de canal (CSI-RS). La FIG. 2A ilustra unas CRS para los puertos de antena 0, 1, 2 y 3 (indicados como R0, R1, R2 y R3, respectivamente), una UE-RS para el puerto de antena 5 (indicado como R5) y una CSI RS para el puerto de antena 15 (indicado como R). La FIG. 2B ilustra un ejemplo de diversos canales dentro de una subtrama DL de una trama. El canal físico indicador de formato de control (PCFICH) está dentro del símbolo 0 de la ranura 0 y transmite un indicador de formato de control (CFI) que indica si el canal físico de control de enlace descendente (PDCCH) ocupa 1, 2 o 3 símbolos (la FIG. 2B ilustra un PDCCH que ocupa 3 símbolos). El PDCCH transmite información de control de enlace descendente (DCI) dentro de uno o más elementos de canal de control (CCE), incluyendo cada CCE nueve grupos de RE (REG), incluyendo cada REG cuatro RE consecutivos en un símbolo OFDM. Un UE puede estar configurado con un PDCCH mejorado específico de UE (ePDCCH) que también transmite DCI. El ePDCCH puede tener 2, 4 u 8 pares de RB (la FIG. 2B muestra dos pares de RB, incluyendo cada subconjunto un par de RB). El canal físico indicador de solicitud híbrida de repetición automática (ARQ) (HARQ) (PHICH) también se encuentra dentro del símbolo 0 de la ranura 0 y transmite el indicador HARQ (HI) que indica un acuse de recibo (ACK)/ACK negativo (NACK) de HARQ en base al canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH). El canal

de sincronización principal (PSCH) está dentro del símbolo 6 de la ranura 0 dentro de las subtramas 0 y 5 de una trama, y transmite una señal de sincronización principal (PSS) que un UE usa para determinar una temporización de subtramas y una identidad de capa física. El canal de sincronización secundaria (SSCH) está dentro del símbolo 5 de la ranura 0 dentro de las subtramas 0 y 5 de una trama, y transmite una señal de sincronización secundaria (SSS) que un UE usa para determinar un número de grupo de identidad de célula de capa física. En base a la identidad de capa física y el número del grupo de identidad de célula de capa física, el UE puede determinar un identificador de célula física (PCI). En base al PCI, el UE puede determinar las ubicaciones de la DL-RS mencionada anteriormente. El canal físico de radiodifusión (PBCH) está dentro de los símbolos 0, 1, 2, 3 de la ranura 1 de la subtrama 0 de una trama y transmite un bloque de información principal (MIB). El MIB proporciona un número de RB en el ancho de banda del sistema DL, una configuración PHICH y un número de trama de sistema (SFN). El canal físico compartido de enlace descendente (PDSCH) transmite datos de usuario, información de sistema de radiodifusión no transmitida a través del PBCH tal como unos bloques de información de sistema (SIB) y unos mensajes de radiobúsqueda.

[0034] Como se ilustra en la FIG. 2C, algunos de los RE transmiten señales de referencia de desmodulación (DM-RS) para la estimación de canal en el eNB. El UE puede transmitir adicionalmente señales de referencia de sondeo (SRS) en el último símbolo de una subtrama. Las SRS pueden tener una estructura de peine, y un UE puede transmitir SRS en uno de los peines. Un eNB puede usar las SRS para una estimación de calidad de canal para permitir la programación dependiente de la frecuencia en el UL. La FIG. 2D ilustra un ejemplo de diversos canales dentro de una subtrama UL de una trama. Un canal físico de acceso aleatorio (PRACH) puede estar dentro de una o más subtramas dentro de una trama en base a la configuración PRACH. El PRACH puede incluir seis pares de RB consecutivos dentro de una subtrama. El PRACH permite al UE realizar el acceso inicial al sistema y lograr la sincronización UL. Un canal físico de control de enlace ascendente (PUCCH) puede estar localizado en los bordes del ancho de banda del sistema UL. El PUCCH transmite información de control de enlace ascendente (UCI), tal como peticiones de programación, un indicador de calidad de canal (CQI), un indicador de matriz de precodificación (PMI), un indicador de rango (RI) y retroalimentación de ACK/NACK de HARQ. El PUSCH transmite datos y se puede usar adicionalmente para transmitir un informe de estado de memoria intermedia (BSR), un informe de margen de potencia (PHR) y/o una UCI.

[0035] La FIG. 3 es un diagrama de bloques de un eNB 310 en comunicación con un UE 350 en una red de acceso. En el DL, los paquetes IP del EPC 160 se pueden proporcionar a un controlador/procesador 375. El controlador/procesador 375 implementa una funcionalidad de capa 3 y de capa 2. La capa 3 incluye una capa de control de recursos de radio (RRC), y la capa 2 incluye una capa de protocolo de convergencia de datos por paquetes (PDCP), una capa de control de enlace de radio (RLC) y una capa de control de acceso al medio (MAC). El controlador/procesador 375 proporciona funcionalidad de capa RRC asociada con la radiodifusión de información de sistema (por ejemplo, MIB, SIB), el control de conexión RRC (por ejemplo, la radiobúsqueda de conexión RRC, el establecimiento de conexión RRC, la modificación de conexión RRC y la liberación de conexión RRC), la movilidad de tecnología de acceso interruido (RAT) y la configuración de medición para informes de medición de UE; funcionalidad de capa PDCP asociada con la compresión/descompresión de cabeceras, la seguridad (el cifrado, el descifrado, la protección de integridad, la verificación de integridad) y las funciones de soporte de traspaso; funcionalidad de capa RLC asociada con la transferencia de unidades de datos en paquetes de capa superior (PDU), la corrección de errores a través de ARQ, la concatenación, la segmentación y el reensamblaje de unidades de datos de servicio (SDU) RLC, la resegmentación de PDU de datos RLC y el reordenamiento de PDU de datos RLC; y funcionalidad de capa MAC asociada con el mapeo entre canales lógicos y canales de transporte, la multiplexación de las MAC SDU en bloques de transporte (TB), la desmultiplexación de las MAC SDU de los TB, la comunicación de información de programación, la corrección de errores a través de HARQ, la gestión de prioridades y la priorización de canales lógicos.

[0036] El procesador de transmisión (TX) 316 y el procesador de recepción (RX) 370 implementan la funcionalidad de capa 1 asociada con diversas funciones de procesamiento de señales. La capa 1, que incluye una capa física (PHY), puede incluir detección de errores en los canales de transporte, codificación/descodificación con corrección de errores sin canal de retorno (FEC) de los canales de transporte, entrelazado, adaptación de velocidad, mapeo a canales físicos, modulación/desmodulación de canales físicos y procesamiento de antenas MIMO. El procesador de TX 316 gestiona el mapeo a constelaciones de señal en base a diversos sistemas de modulación (por ejemplo, modulación por desplazamiento de fase binaria (BPSK), modulación por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK), modulación por desplazamiento de fase M-aria (M-PSK), modulación de amplitud en cuadratura M-aria (M-QAM)). Los símbolos codificados y modulados se pueden dividir a continuación en flujos paralelos. Cada flujo se mapea a continuación a una subportadora OFDM, se multiplexa con una señal de referencia (por ejemplo, piloto) en el dominio del tiempo y/o de la frecuencia, y a continuación se combinan entre sí usando una transformada rápida de Fourier (IFFT) para generar un canal físico que transmite un flujo de símbolos OFDM en el dominio del tiempo. El flujo OFDM se precodifica espacialmente para generar múltiples flujos espaciales. Las estimaciones de canal de un estimador de canal 374 se pueden usar para determinar el sistema de codificación y de modulación, así como para el procesamiento espacial. La estimación de canal se puede obtener a partir de una señal de referencia y/o de una retroalimentación de condición de canal transmitida por el UE 350. A continuación, cada corriente espacial se puede proporcionar a una antena 320 diferente por medio de un transmisor de TX 318 separado. Cada transmisor de TX 318 puede modular una portadora RF con un respectivo flujo espacial para su transmisión.

[0037] En el UE 350, cada receptor de RX 354 recibe una señal a través de su antena respectiva 352. Cada receptor de RX 354 recupera información modulada en una portadora RF y proporciona la información al procesador de

recepción (RX) 356. El procesador de TX 368 y el procesador de RX 356 implementan una funcionalidad de capa 1 asociada con diversas funciones de procesamiento de señales. El procesador de RX 356 puede realizar un procesamiento espacial en la información para recuperar cualquier flujo espacial destinado al UE 350. Si múltiples flujos espaciales están destinados al UE 350, el procesador de RX 356 puede combinarlos en un único flujo de símbolos OFDM. A continuación, el procesador de RX 356 convierte el flujo de símbolos OFDM del dominio del tiempo al dominio de la frecuencia, usando una transformada rápida de Fourier (FFT). La señal de dominio de la frecuencia comprende un flujo de símbolos OFDM separado para cada subportadora de la señal OFDM. Los símbolos en cada subportadora, y la señal de referencia, se recuperan y se desmodulan determinando los puntos de constelación de señal con mayor probabilidad de ser transmitidos por el eNB 310. Estas decisiones programadas pueden estar basadas en estimaciones de canal calculadas por el estimador de canal 358. A continuación, las decisiones programadas se descodifican y desintercalan para recuperar los datos y las señales de control que el eNB 310 ha transmitido originalmente en el canal físico. Los datos y las señales de control se proporcionan a continuación al controlador/procesador 359, que implementa la funcionalidad de capa 3 y de capa 2.

[0038] El controlador/procesador 359 puede estar asociado con una memoria 360 que almacena códigos y datos de programa. La memoria 360 se puede denominar medio legible por ordenador. En el UL, el controlador/procesador 359 proporciona desmultiplexación entre canales de transporte y lógicos, reensamblaje de paquetes, descifrado, descompresión de cabeceras y procesamiento de señales de control para recuperar paquetes IP del EPC 160. El controlador/procesador 359 también es responsable de la detección de errores usando un protocolo de ACK y/o NACK para admitir las operaciones de HARQ.

[0039] De forma similar a la funcionalidad descrita en relación con la transmisión DL por el eNB 310, el controlador/procesador 359 proporciona funcionalidad de capa RRC asociada con la adquisición de información de sistema (por ejemplo, MIB, SIB), las conexiones RRC y los informes de medición; funcionalidad de capa PDCP asociada con la compresión/descompresión de cabeceras y la seguridad (el cifrado, el descifrado, la protección de integridad, la verificación de integridad); funcionalidad de capa RLC asociada con la transferencia de PDU de capa superior, la corrección de errores a través de ARQ, la concatenación, la segmentación y reensamblaje de RLC SDU, la resegmentación de PDU de datos RLC y el reordenamiento de PDU de datos RLC; y funcionalidad de capa MAC asociada con el mapeo entre canales lógicos y canales de transporte, la multiplexación de MAC SDU en unos TB, la desmultiplexación de MAC SU de los TB, la comunicación de información de programación, la corrección de errores a través de HARQ, la gestión de prioridades y la priorización de canales lógicos.

[0040] El procesador de TX 368 puede usar las estimaciones de canal obtenidas por un estimador de canal 358 a partir de una señal de referencia o retroalimentación transmitida por el eNB 310 para seleccionar los sistemas adecuados de codificación y modulación, y para facilitar el procesamiento espacial. Los flujos espaciales generados por el procesador de TX 368 se pueden proporcionar a diferentes antenas 352 por medio de transmisores de TX 354 separados. Cada transmisor de TX 354 puede modular una portadora RF con un respectivo flujo espacial para su transmisión.

[0041] La transmisión UL se procesa en el eNB 310 de manera similar a la descrita en relación con la función de receptor en el UE 350. Cada receptor de RX 318 recibe una señal a través de su antena 320 respectiva. Cada receptor de RX 318 recupera información modulada en una portadora RF y proporciona la información a un procesador RX 370.

[0042] El controlador/procesador 375 puede estar asociado con una memoria 376 que almacena códigos y datos de programa. La memoria 376 se puede denominar medio legible por ordenador. En el UL, el controlador/procesador 375 proporciona desmultiplexación entre canales de transporte y lógicos, reensamblaje de paquetes, descifrado, descompresión de cabeceras y procesamiento de señales de control para recuperar paquetes IP del UE 350. Los paquetes IP del controlador/procesador 375 se pueden proporcionar al EPC 160. El controlador/procesador 375 también es responsable de la detección de errores usando un protocolo de ACK y/o NACK para admitir las operaciones de HARQ.

[0043] La comunicación inalámbrica NB implica dificultades únicas debido a la dimensión de frecuencia limitada de la banda estrecha. Por ejemplo, NB IOT puede estar limitada a un solo bloque de recursos del ancho de banda del sistema, por ejemplo, 200 Hz. Esta comunicación de banda estrecha se puede desplegar "dentro de banda", utilizando bloques de recursos dentro de una portadora LTE normal, o en los bloques de recursos no usados dentro de la banda de guarda de una portadora LTE, o de forma "autónoma" para despliegues en espectro dedicado. Múltiples usuarios, por ejemplo, UE, pueden utilizar la banda estrecha. Aunque solo algunos de los UE pueden estar activos en un momento particular, la comunicación NB debe admitir dicha capacidad multiusuario.

[0044] Adicionalmente, puede ser necesario que la NB posibilite una cobertura profunda, tomando en consideración dispositivos en entornos que requieren diferentes niveles de mejora de cobertura (CE). Por ejemplo, algún dispositivo puede necesitar hasta 20 dB de CE, lo que da como resultado un mayor agrupamiento de TTI de enlace ascendente, limitando aún más los recursos de tiempo.

[0045] La comunicación NB-IOT también puede implicar un radio de célula grande, por ejemplo, de hasta aproximadamente 35 km. Por tanto, la comunicación puede implicar un retraso prolongado, tal como de 200 μ s, que puede implicar una larga longitud de prefijo cíclico (CP).

5 **[0046]** Para ser eficaz, la comunicación NB debe proporcionar una tasa de falsas alarmas por debajo del 1 % y una tasa de detecciones erróneas por debajo de aproximadamente el 1 %.

10 **[0047]** Un transmisor puede necesitar estimar una estimación de desplazamiento de temporización entre el transmisor y el receptor correspondiente. Por lo tanto, puede ser preferente que dicho desplazamiento de temporización esté dentro de un prefijo cíclico normal (NCP), por ejemplo, aproximadamente $< 4,7 \mu$ s.

15 **[0048]** Puede ser beneficioso que la comunicación de banda estrecha comprenda duplexación por división de tiempo (TDD) que proporciona un modo de comunicación bidireccional en el que las transmisiones en cada dirección pueden tener lugar en la misma portadora en diferentes ranuras temporales. Por ejemplo, unas subtramas UL consecutivas pueden estar limitadas por configuraciones TBB, por ejemplo, 1 ms, 2 ms, 3 ms.

20 **[0049]** Un PRACH para la comunicación de banda estrecha puede comprender un UE de tono único como línea base. El PRACH puede estar configurado de modo que un error de frecuencia residual entre el transmisor y el receptor, por ejemplo, entre el UE y el eNB, esté dentro de ± 50 Hz. Un diseño PRACH de tono único puede incluir distancias de salto fijas y/o distancias de salto aleatorias. Puede haber al menos dos fuentes de error para la comunicación entre el transmisor y el receptor. En primer lugar, la comunicación puede implicar un error de frecuencia, y en segundo lugar, la comunicación puede implicar un desplazamiento de temporización.

25 **[0050]** Un PRACH puede incluir al menos cuatro símbolos. Se pueden transmitir dos símbolos del PRACH en los mismos tonos para una estimación de errores de frecuencia. Dos símbolos pueden estar en tonos diferentes para estimaciones de temporización después de la compensación de desplazamiento de frecuencia. Cuando los dos símbolos se envían en tonos diferentes, el desplazamiento de temporización permanecerá como una diferencia de fase. Esta diferencia de fase se puede extraer para identificar el desplazamiento de temporización. Se pueden usar conjuntos de símbolos adicionales para el PRACH, siendo la cantidad de cuatro símbolos simplemente un ejemplo.

30 **[0051]** La FIG. 4 ilustra un ejemplo de NB PRACH 400 que comprende cuatro tonos 402, 404, 406, 408 que implican distancias de salto de tono fijas y aleatorias entre los tonos. Cada uno de los tonos 402, 404, 406, 408 ocupa solo un bloque de recursos del ancho de banda del sistema. Además, la separación de tonos PRACH puede ser más pequeña que las transmisiones de datos normales. Por lo tanto, puede haber más tonos en un ancho de banda RB. En la transmisión de datos LTE normal 1RB = 12 tonos en base a la separación de tonos normal de 15 KHz. Para PRACH, la separación de tonos puede ser más pequeña. Por ejemplo, en LTE, la separación de tonos PRACH puede ser de 15 kHz/12, dando como resultado $12 * 12 = 144$ tonos. En un ejemplo de banda estrecha, tal como un NB-IOT PRACH, la separación de tonos puede ser de 15 kHz/16, por lo que dentro de 1 RB puede haber un total de $16 * 12$ tonos. Este es solo un ejemplo de una separación NB PRACH más pequeña, y puede haber otras de dichas separaciones que son más pequeñas que una transmisión de datos LTE normal.

35 **[0052]** Un primer tono 402 y un segundo tono 404 del PRACH están separados por una distancia de salto de tono fija 410. De forma similar, el tercer símbolo 406 y el cuarto símbolo 408 pueden estar separados por una segunda distancia de salto de tono fija 412. El segundo tono 404 y el tercer tono 406 pueden estar separados por una distancia de salto aleatoria 414. Por ejemplo, si la distancia de salto de tono fija 410 es 5, y el primer tono 402 está en la posición de tono 0, el segundo tono 404 estará en la posición de tono 5. El tercer tono 406 no está necesariamente en la posición de tono 10. En su lugar, el tercer tono 406 puede estar en el tono 7 o en la posición de tono 2, por ejemplo, una distancia aleatoria del segundo tono 404 del PRACH. El cuarto tono 408 seguirá, pues, a la distancia fija 412 del tercer tono 406. La distancia fija 412 puede ser la misma que la distancia fija 410, por ejemplo, 5. En este ejemplo, si el tercer tono está en la posición de tono 2, el cuarto tono 408 estará en la posición de tono 7. Si, en cambio, el tercer tono está en la posición de tono 7, el cuarto tono estará en la posición de tono 12. Sin embargo, la distancia fija 412 puede ser diferente de la distancia fija 410.

45 **[0053]** Como se ha indicado, la comunicación de banda estrecha se puede desplegar "dentro de banda", utilizando bloques de recursos dentro de una portadora LTE normal. Esto puede causar interferencia a la LTE de banda ancha, siendo más fuerte la interferencia con una SNR alta. También puede haber una pérdida de señales y una interferencia entre símbolos (ISI) incrementada.

60 **[0054]** Puede ser importante mantener un error de temporización de la estimación de desplazamiento de temporización dentro de un determinado intervalo. Un transmisor NB puede mejorar la exactitud de la estimación de temporización transmitiendo el PRACH usando múltiples distancias de salto fijas.

65 **[0055]** La exactitud de temporización del PRACH se puede ver afectada por la distancia de salto de tono usada para el PRACH. La distancia entre tonos proporciona un escalado que se puede usar al determinar el desplazamiento de temporización. La exactitud de la estimación de temporización se incrementa con la distancia de salto de tono usada para el PRACH. Sin embargo, puede ser problemático incrementar la distancia de salto de tono, por ejemplo, para

unos UE que están alejados del eNB, porque experimentan un retraso mayor. Por lo tanto, se pueden usar diferentes distancias de salto de tono PRACH para mejorar la estimación de temporización y satisfacer las necesidades de los UE en cobertura profunda.

[0056] Los bajos niveles de CE se pueden beneficiar de una mayor separación de salto de tono. Los UE que tienen un nivel bajo de CE pueden tener, por ejemplo, un mejor resultado de RSRP y una SNR más alta y, por lo tanto, experimentar un retraso menor. Incrementando la distancia de salto de tono, se mejora la exactitud de la estimación de temporización para dichos UE con bajos niveles de CE. Sin embargo, los UE que experimentan un mayor nivel de CE, es decir, tienen un peor resultado de RSRP y una SNR más baja. es probable que estén más alejados del eNB y que experimenten un retraso mayor. Una distancia de salto de tono más grande puede dar lugar a una ambigüedad incrementada para estos UE de nivel de CE más alto. Por lo tanto, un PRACH de distancia de salto de tono más corta puede ser más beneficioso para los UE de nivel de CE más alto. Para abordar las necesidades tanto de los UE de nivel de CE más bajo como de los UE de nivel de CE más alto, se puede transmitir un PRACH usando dos distancias de salto de tono diferentes, por ejemplo, una distancia de salto de tono más corta y una distancia de salto de tono más grande. Aunque que la distancia de salto de tono más grande puede mejorar la exactitud de la estimación de temporización, la separación de salto de tono más grande puede dar lugar a ambigüedad para los UE de nivel de CE más alto que experimentan un retraso mayor. Usando dos distancias de salto de tono diferentes, se puede usar una separación de salto de tono más pequeña para ayudar a resolver la ambigüedad de la separación de salto de tono más grande.

[0057] La exactitud de temporización del PRACH se relaciona con la distancia de salto de tono. Los UE a niveles de CE más altos son los que tienen la peor RSRP y una SNR baja, y por lo tanto es probable que experimenten un retraso mayor debido a la distancia desde el eNB. Para mejorar la exactitud de temporización de los UE en los niveles de CE más altos, se pueden usar diferentes distancias de salto de tono para el mismo UE a un alto nivel de CE. Por tanto, una distancia de salto de tono puede proporcionar una distancia de salto de tono pequeña para cubrir los retrasos mayores que el UE puede experimentar. Se puede transmitir otro conjunto de símbolos con una distancia de salto más grande para incrementar la exactitud de temporización del PRACH. La FIG. 5 ilustra un ejemplo que muestra un primer conjunto de tonos 502a, 502b que se transmiten usando una distancia de salto de tono más pequeña d_1 y un segundo conjunto de tonos 504a, 504b que se transmiten usando una distancia de salto de tono más grande d_2 . Aunque se ilustran dos tonos, por ejemplo, 502a, 502b y 504a, 504b para las dos distancias de salto fijas diferentes d_1 , d_2 , se puede transmitir cualquier número de tonos a cada una de las distancias de salto fijas d_1 , d_2 . Por ejemplo, se pueden transmitir cuatro tonos, no ilustrados, usando la distancia de salto más corta d_1 antes de transmitir un número de tonos a la distancia de salto más grande d_2 . Adicionalmente, se pueden transmitir cuatro tonos, no ilustrados, a la distancia de salto más larga d_2 antes de usar una distancia de salto diferente entre tonos. Además, el número de tonos usados a las dos distancias de salto fijas diferentes puede ser diferente. Por ejemplo, se puede transmitir un número n_1 de tonos usando una distancia de salto de d_1 entre tonos adyacentes, y se puede transmitir un segundo número n_2 de tonos usando una segunda distancia de salto d_2 entre tonos adyacentes. Los números n_1 , n_2 pueden ser iguales o pueden ser diferentes. Adicionalmente, se puede repetir un patrón de uso de distancias de salto cortas y largas, por ejemplo, usando una distancia de salto d_1 para los tonos 506a, 506b y una distancia de salto d_2 para los tonos 508a, 508b.

[0058] En un ejemplo, d_2 puede ser cualquier múltiplo entero de d_1 , por ejemplo, $d_2 = n * d_1$ con $n > 1$. Si $d_2 = 2 * d_1$ y el primer tono 502a está en la posición Tono 2, el segundo tono 502b estará en Tono 7, de modo que $d_1 = 5$. En este ejemplo, $d_2 = 10$. La separación entre el segundo tono (Tono 7) y un tercer tono puede ser aleatoria. Por ejemplo, el tercer tono puede estar en Tono 0 teniendo un cuarto tono en Tono 10, porque $d_2 = 10$. Un tercer tono, por ejemplo, 504a no está necesariamente en Tono 0. También se puede emplear una distancia de salto aleatoria entre tonos del PRACH. Por ejemplo, el tercer tono 504a puede estar a una distancia de salto aleatoria del segundo tono 502b, por ejemplo, como se ilustra para 414 en relación con la FIG. 4. Sin embargo, el tono que sigue al tercer tono, por ejemplo, el cuarto tono 504b tendrá una distancia de 10 desde el tercer tono. Lo que se requiere no son los tonos particulares, sino la distancia entre los tonos, por ejemplo, d_1 y d_2 , y la relación entre d_1 y d_2 , por ejemplo, $d_2 = d_1 * n$.

[0059] Como se ilustra en la FIG. 7, el PRACH también puede incluir conjuntos de tonos adicionales, por ejemplo, 706, 708.

[0060] Las distancias de salto d_1 y d_2 pueden ser distancias de salto fijas de diferentes tamaños. Estas distancias de salto se pueden usar en relación con distancias de salto aleatorias. Por ejemplo, la FIG. 6 ilustra una distancia de salto aleatoria d_3 entre tonos de una distancia de salto corta d_1 y tonos de una distancia de salto más grande d_2 . Las distancias de salto fijas pueden ser relativas a un tono de referencia. El tono de referencia puede ser el mismo tanto para la distancia de salto fija más corta como para la distancia de salto fija más larga.

[0061] Las distancias de salto pueden cambiar cíclicamente en un patrón para el PRACH, por ejemplo, se puede usar una distancia de salto aleatoria, seguida de una distancia de salto corta, una distancia de salto larga y una distancia de salto corta, antes de usar otra distancia de salto aleatoria. A continuación, se puede repetir el siguiente patrón, por ejemplo: distancia de salto aleatoria, distancia de salto corta, distancia de salto larga, distancia de salto corta, distancia de salto aleatoria, distancia de salto corta, distancia de salto larga, distancia de salto corta, distancia de salto aleatoria,... o con otras variaciones.

[0062] Un receptor puede recibir los tonos del PRACH en las al menos dos distancias de salto fijas diferentes y puede usar las dos distancias de salto fijas para determinar una estimación de desplazamiento de temporización. Por ejemplo, el receptor puede, en primer lugar, determinar dos conjuntos de estimaciones de fase ϕ_1 , ϕ_2 a partir de los conjuntos de distancias de salto de tono (d_1 , d_2), por ejemplo, como se ilustra en la FIG. 7. A continuación, el receptor puede usar una primera estimación de fase (ϕ_1) para seleccionar la hipótesis correspondiente a la segunda estimación de fase (ϕ_2). A continuación, la primera estimación de fase se puede actualizar en base a la hipótesis seleccionada.

[0063] Para un receptor, cuanto mayor sea la diferencia en d_2/d_1 , mejor será la hipótesis de estimación de temporización ϕ_2 . Sin embargo, a medida que se incrementa el número de hipótesis, hay una mayor probabilidad de seleccionar una hipótesis incorrecta, lo que puede dar lugar a una estimación de temporización inexacta.

[0064] Por ejemplo, si d_2 es el doble de la distancia de d_1 , de modo que $d_2 = 2 * d_1$, tres hipótesis de estimación de ϕ_1 para ϕ_2 pueden estar basadas en ϕ_2 , por ejemplo:

- $\phi_{1_1} = \phi_2/2$
- $\phi_{1_2} = (\phi_2 + 2\pi)/2$
- $\phi_{1_3} = (\phi_2 - 2\pi)/2$

[0065] Con estas tres hipótesis, el receptor puede determinar la mejor hipótesis:

- $\phi_{1_{\text{new}}} = \text{argmin}(|\phi_{1_i} - \phi_1|) = \min(|\phi_{1_1} - \phi_1|, |\phi_{1_2} - \phi_1|, |\phi_{1_3} - \phi_1|)$

[0066] Entonces, una estimación final de ϕ_1 puede ser:

- Final $\phi_{1_{\text{est}}} = (\phi_{1_{\text{new}}} * 2 + \phi_1)/3$

[0067] A continuación, se puede determinar que el retraso corresponde a $\phi_{1_{\text{est}}}$.

[0068] Aunque este ejemplo se ha presentado para $d_2 = 2 * d_1$, se puede usar un factor diferente entre las distancias d_2 y d_1 . Por ejemplo, si $d_2 = 4 * d_1$, además de las tres hipótesis de estimación de ϕ_1 *supra*, también habría unas hipótesis adicionales:

- $\phi_{1_4} = (\phi_2 + 4\pi)/4$
- $\phi_{1_5} = (\phi_2 - 4\pi)/4$

[0069] En este ejemplo, con las hipótesis de estimación de ϕ_1 adicionales, una estimación final de ϕ_1 puede ser, por ejemplo:

- Final $\phi_{1_{\text{est}}} = (\phi_{1_{\text{new}}} * 4 + \phi_1)/5$

[0070] La $\phi_{1_{\text{est}}}$ final puede ser una combinación ponderada de $\phi_{1_{\text{new}}}$ y ϕ_1 . Las opciones para la ponderación pueden incluir cero, por ejemplo.

[0071] En otro aspecto, un transmisor puede abordar la exactitud de la estimación de temporización usando o seleccionando una distancia de salto de tono entre transmisiones de un NB PRACH en base un nivel de mejora de cobertura (CE). La Fig. 8A ilustra un ejemplo de sistema de comunicación inalámbrica NB 800. Un eNB 802 proporciona un área de cobertura dentro de un límite 804. Dentro del área de cobertura 804 del eNB 802, hay múltiples usuarios 804. Es posible que no todos estos usuarios estén activos al mismo tiempo. Sin embargo, la comunicación NB debe estar diseñada para admitir múltiples usuarios.

[0072] Un buen resultado de RSRP y/o una SNR alta típicamente significarán que el UE 806 está cerca del centro de la célula 802. Cuanto más cerca se esté del centro de la célula, menor será el retraso que se experimentará para la comunicación entre el eNB y el UE 806.

[0073] Un resultado de RSRP baja o una SNR más baja se puede deber a cualquiera de un número de factores. Por ejemplo, dicho resultado puede indicar que el UE 806 está más lejos del eNB 802. También puede significar que se usa un canal menos deseable para la comunicación, por ejemplo, si el UE 806 está físicamente cerca del eNB 802, pero está localizado en un sótano o hay otras obstrucciones entre el UE 806 y el eNB 802. En estas situaciones, el retraso puede ser mayor, por ejemplo, cuando el UE 806 está localizado a una distancia más grande del eNB 802. La FIG. 8A ilustra tres radios 808, 810, 812 con diferentes distancias del eNB.

[0074] La exactitud de temporización del PRACH se puede acoplar con la distancia de salto de tono usada para el PRACH. La distancia entre tonos proporciona un escalado que se usa al determinar el desplazamiento de temporización. La exactitud de la estimación de temporización se incrementa con la distancia de salto de tono usada para el PRACH. Sin embargo, puede ser problemático incrementar la distancia de salto de tono para los UE 806 que están alejados del eNB 802, porque experimentan un retraso mayor. Por lo tanto, se pueden usar diferentes distancias de salto de tono para diferentes niveles de CE de PRACH. Cada nivel de CE de PRACH puede estar asociado con una medición de RSRP de referencia o una medición de SNR de referencia. Por tanto, un UE 806 puede determinar su nivel de CE usando un resultado de RSRP y/o una SNR.

[0075] Por ejemplo, un primer nivel de CE puede estar asociado con una primera RSRP de referencia y una primera SNR. Estos niveles de referencia pueden corresponder típicamente a unos UE dentro de un radio 808 que están más cerca del eNB 802. Cuando un UE 806 determina que tiene una RSRP por encima de la primera RSRP de referencia y/o una SNR por encima de la primera SNR de referencia, el UE puede determinar que está dentro del primer nivel de CE y puede seleccionar una distancia de salto de tono correspondiente al primer nivel de CE.

[0076] Un segundo nivel de CE puede estar asociado con una segunda RSRP de referencia y una segunda SNR. Estos niveles de referencia pueden corresponder típicamente a unos UE dentro del radio 810 que no están tan cerca del eNB 802 como los que están dentro del primer radio 808, y que están más cerca que los que están dentro del radio 812. Sin embargo, como el nivel de CE está basado en mediciones de RSRP y/o SNR, también puede abarcar UE 804 que están dentro del radio 808, pero que están experimentando deficiencias de canal u otros problemas. Cuando un UE 806 determina que tiene una RSRP por encima de la segunda RSRP de referencia, pero no de la primera RSRP de referencia, y/o una SNR por encima de la segunda SNR de referencia, pero no de la primera SNR de referencia, el UE puede determinar que está dentro del segundo nivel de CE y puede seleccionar una distancia de salto de tono correspondiente al segundo nivel de CE.

[0077] Un tercer nivel de CE puede estar asociado con una tercera RSRP de referencia y una tercera SNR. Estos niveles de referencia pueden corresponder típicamente a unos UE dentro del radio 812 que no están tan cerca del eNB 802 como los que están dentro del primer radio 808 o el segundo radio 810. Cuando un UE 806 determina que tiene una RSRP por encima de la tercera RSRP de referencia, pero no de la primera y segunda RSRP de referencia, y/o una SNR por encima de la tercera SNR de referencia, pero no de la primera y segunda SNR de referencia, el UE puede determinar que está dentro del tercer nivel de CE y puede seleccionar una distancia de salto de tono correspondiente al tercer nivel de CE.

[0078] Un cuarto nivel de CE puede corresponder a unos UE dentro del área de cobertura 804, pero que están más alejados que los que están en los radios 808, 810 y 812. Cuando un UE 806 determina que tiene una RSRP que no está por encima de la primera, segunda o tercera RSRP de referencia, y/o una SNR que no está por encima de la primera, segunda o tercera SNR de referencia, el UE puede determinar que está dentro del cuarto nivel de CE y puede seleccionar una distancia de salto de tono correspondiente al cuarto nivel de CE.

[0079] Aunque este ejemplo incluye cuatro niveles de CE, este es simplemente para ilustrar la determinación de un nivel de CE para seleccionar una distancia de salto de tono. Se puede establecer cualquier número de niveles de CE y asociarlos con una distancia de salto de tono.

[0080] Para los niveles de CE que tienen mejores resultados de RSRP y/o mediciones de SNR más altas, el UE 806 probablemente esté más cerca del eNB 802 y experimente un retraso menor. Por lo tanto, se puede usar una distancia de salto de tono más grande entre los tonos del PRACH para el UE. En la FIG. 8A, los UE 804 que cumplen los criterios del primer nivel de CE y que, por tanto, es probable que estén dentro del radio 808, pueden usar, por ejemplo, una distancia de salto de tono PRACH más grande que los que están fuera del radio 808.

[0081] Los UE que cumplen los criterios de medición del segundo nivel de CE probablemente estén localizados dentro del segundo radio 810, pero fuera del radio 808. Por tanto, es probable que estos UE experimenten un retraso algo mayor que los del primer nivel de CE. Por lo tanto, los UE del segundo nivel de CE pueden usar una distancia de salto de tono PRACH más pequeña que los UE del primer nivel de CE. Es probable que estos UE también experimenten un retraso menor que los que están fuera del radio 810. Por lo tanto, la distancia de salto de tono para el segundo nivel de CE puede ser más grande que la del tercer y cuarto nivel de CE.

[0082] Los UE que cumplen los criterios de medición del tercer nivel de CE probablemente estén localizados dentro del tercer radio 812, pero fuera de los radios 808 y 810. Por tanto, es probable que estos UE experimenten un retraso algo mayor que los del primer y segundo niveles de CE. Por lo tanto, los UE del tercer nivel de CE pueden usar una distancia de salto de tono PRACH más pequeña que los UE del primer y segundo nivel de CE para evitar causar problemas de PRACH asociados con el retraso. Es probable que estos UE también experimenten un retraso menor que los que están fuera del radio 812. Por lo tanto, la distancia de salto de tono para el tercer nivel de CE puede ser más grande que la distancia para el cuarto nivel de CE.

[0083] Los UE que no cumplen con los criterios de medición del primer, segundo o tercer nivel de CE probablemente estén localizados dentro del área de cobertura 804 del eNB, pero fuera de los radios 808, 810 y 812. Por tanto, es

probable que estos UE experimenten un retraso mayor que los del primer, segundo y tercer niveles de CE. Por lo tanto, los UE del cuarto nivel de CE pueden usar una distancia de salto de tono PRACH más pequeña que los UE del primer, segundo y tercer niveles de CE para evitar causar problemas de PRACH asociados con el retraso.

5 **[0084]** Por lo tanto, de los cuatro niveles de CE, la distancia de salto de tono PRACH del primer nivel de CE puede ser la más larga y la distancia de salto de tono PRACH del cuarto nivel de CE puede ser la más corta.

10 **[0085]** La FIG. 8B ilustra la diferencia en separación de salto de tono para un nivel bajo de CE y un nivel alto de CE, como se ilustra en la FIG. 8A. Los UE que cumplen los criterios para un nivel de CE bajo, es decir, que tienen un mejor resultado de RSRP y una SNR más alta, y que por lo tanto experimentan un retraso menor, tienen una separación de salto de tono 802 más grande que la de los UE del nivel de CE más alto. Incrementando la distancia de salto de tono, se mejora la exactitud de la estimación de temporización.

15 **[0086]** Los UE que no cumplen los criterios del nivel de CE bajo, es decir, que tienen un peor resultado de RSRP y una SNR más baja que el nivel bajo de CE, por lo tanto, probablemente estén más alejados del eNB 802 y probablemente experimenten un retraso mayor. Por lo tanto, la distancia de salto de tono 804 para el nivel de CE alto es más pequeña que la del nivel de CE bajo. Aunque una distancia de salto de tono más grande podría mejorar la exactitud de la estimación de temporización, una separación de salto de tono más grande es problemática para los UE que experimentan un retraso mayor. Por lo tanto, se puede usar una separación de salto de tono más pequeña.

20 **[0087]** En la FIG. 9 se ilustra que los aspectos pueden incluir además conjuntos de multiplexación de recursos de transmisión 900 del usuario. La gestión de los recursos del NB puede incluir el uso de FDM para diferentes clases de potencia. Por ejemplo, se pueden establecer recursos de transmisión, también conocidos como regiones, para diferentes niveles de CE. Como se ilustra en la FIG. 9, las regiones pueden estar entrelazadas entre sí.

25 **[0088]** En un ejemplo, un transmisor puede usar un salto aleatorio, pero puede realizar el salto aleatorio dentro de los recursos de transmisión para su nivel de CE respectivo.

30 **[0089]** Dicha multiplexación de usuario se puede usar en combinación con el uso de una distancia de salto de tono más grande dependiendo de un nivel de CE de un transmisor. Esto también puede incluir el uso de dos conjuntos de distancias de salto de tono, uno con una distancia más pequeña y otro con una distancia más grande entre tonos. El uso de dos conjuntos de distancias de salto de tono se puede usar en relación con niveles de CE más altos, mientras que un nivel de CE más bajo puede necesitar solo una única distancia de salto de tono más larga.

35 **[0090]** El UE puede obtener información con respecto a los recursos de transmisión para los diferentes niveles de CE de cualquiera de un número de maneras. Por ejemplo, la información se puede señalar al UE. En un ejemplo, un UE puede recibir señalización explícita desde un eNB con respecto a los recursos de transmisión para un nivel de CE antes de transmitir un PRACH. Dicha señalización se puede enviar al UE como un(os) bloque(s) de información del sistema (SIB). En otro ejemplo, los recursos de transmisión para los niveles de CE pueden ser fijos o estandarizados y conocidos por el UE. En otro ejemplo, puede haber algunas opciones fijas o conocidas de conjuntos de recursos de transmisión para diferentes niveles de CE. A continuación, una de esas opciones se puede señalar al UE para que el UE sepa cuál de las opciones se debe usar para sus transmisiones PRACH particulares.

45 **[0091]** Puede existir un mapeo entre la ubicación de un primer tono de PRACH y el recurso de datos para una transmisión de datos correspondiente. La FIG. 10 ilustra que el recurso PRACH para el tono 1002 corresponde al recurso de datos 1010; el recurso PRACH para el tono 1004 corresponde al recurso de datos 1012; el recurso PRACH para el tono 1006 corresponde al recurso de datos 1014; y el recurso PRACH para el tono 1008 corresponde al recurso de datos 1016. Esto permite que un UE sepa cuándo esperar un mensaje de datos del eNB. Como se describe *supra*, la separación de tonos para PRACH puede ser diferente de la separación de tonos para transmisiones de datos. Por ejemplo, la separación de tonos para PRACH puede ser de 15 kHz/16, mientras que la separación de tonos para transmisiones de datos puede ser de 15 kHz o 3,75 Hz. Por tanto, el primer tono de un PRACH, por ejemplo, msg1, se puede mapear a unos recursos de transmisión de datos correspondientes a una determinada rejilla de tonos o de tiempo, por ejemplo, para msg2 y msg3.

55 **[0092]** Diferentes niveles de CE pueden estar asociados con una granularidad de avance de temporización (TA) diferente. Por ejemplo, un nivel de CE bajo, que tiene una RSRP buena/SNR alta puede usar una granularidad de TA más alta. Un UE con un nivel de CE más alto, que tiene una RSRP peor/SNR más baja, puede usar una granularidad de TA menor. Por ejemplo, el UE de nivel de CE bajo puede usar una granularidad de TA donde un bit corresponde a 0,5 μ s, mientras que el UE de nivel alto puede usar una granularidad de TA donde un bit corresponde a 1 o 2 μ s.

60 **[0093]** Las determinaciones de nivel CE se pueden realizar en un estado inactivo o conectado para el UE. Por ejemplo, se puede realizar una determinación de nivel de CE junto con una selección de potencia inicial.

65 **[0094]** La FIG. 11 es un diagrama de flujo 1100 de un procedimiento de comunicación inalámbrica. La comunicación inalámbrica puede ser una comunicación inalámbrica NB. Entre otros tipos de comunicación de banda estrecha, la comunicación inalámbrica puede ser NB-IOT. La comunicación puede estar limitada a un ancho de banda estrecho

del sistema, tal como 1 RB, y puede ser capaz de comunicación multiusuario. Un transmisor, tal como un UE (por ejemplo, el UE 104, 350, 804,1550, el aparato 1202/1202') puede realizar el procedimiento.

[0095] En 1102, el UE transmite un primer tono de un PRACH. En 1104, el UE transmite un segundo tono del PRACH a una primera distancia de salto del primer tono transmitido en 1102. En 1106, el UE transmite un tercer tono del PRACH, y en 1108, el UE transmite un cuarto tono del PRACH a una segunda distancia de salto del tercer tono transmitido en 1106. Los nombres de los tonos, es decir, primer tono, segundo tono, tercer tono y cuarto tono, no pretenden atribuir un orden a su transmisión. Por ejemplo, el tercer y el cuarto tonos se pueden transmitir antes del primer y el segundo tonos.

[0096] El primer tono puede ser d_1 y el segundo tono puede ser d_2 , por ejemplo, como se ilustra en las FIGS. 4-7. Por ejemplo, la segunda distancia de salto puede ser d_2 y puede ser más grande que la primera distancia de salto, por ejemplo, d_1 . La segunda distancia de salto puede corresponder a la primera distancia de salto multiplicada por un número entero mayor que 1. Por tanto, la segunda distancia de salto puede corresponder a la primera distancia de salto multiplicada por un número entero mayor que 1, por ejemplo, $d_2 = d_1 * n$, siendo n un valor de escalado mayor que 1, preferentemente un número entero.

[0097] El uso de una distancia de salto de tono más grande, por ejemplo, d_2 , puede mejorar la exactitud de temporización para el PRACH, mientras que la distancia más corta, por ejemplo, d_1 , puede permitir UE que están alejados del eNB. Por tanto, en este ejemplo, el primer y el segundo tonos pueden ser similares al conjunto 502 o 506, y el tercer y el cuarto tonos pueden ser similares al conjunto 504 o 508 de las FIGS. 5 y/o 6.

[0098] La primera distancia de salto y la segunda distancia de salto pueden ser distancias de salto fijas diferentes. A diferencia de la distancia fija, por ejemplo, d_1 o d_2 , entre el primer y el segundo tonos y el tercer y el cuarto tonos, la distancia de salto entre un primer tono 502a y un tercer tono 504a puede corresponder a una distancia de salto aleatoria d_3 . Igualmente, la denominación de los tonos, es decir, primer tono, segundo tono, etc., no pretende atribuir un orden a su transmisión. En un ejemplo, se puede emplear una distancia de salto aleatoria entre grupos de tonos que tienen diferentes distancias de salto fijas. En un ejemplo, un segundo grupo de 4 tonos que tiene una distancia de salto fija d_2 puede tener una distancia de salto de grupo aleatoria desde un cuarto tono de un primer grupo de 4 tonos que tiene una distancia de salto fija d_1 . De forma similar, la distancia de salto entre un cuarto tono, por ejemplo, del conjunto 508 y un primer tono 502a puede corresponder a una distancia de salto aleatoria. Por tanto, en 1110, el UE puede transmitir un tono adicional del PRACH usando una distancia de salto aleatoria. El UE puede transmitir los tonos del PRACH usando un patrón, por ejemplo, se puede usar una distancia de salto aleatoria, seguida de una distancia de salto corta, una distancia de salto larga y una distancia de salto corta, antes de usar otra distancia de salto aleatoria. A continuación, se puede repetir el siguiente patrón, por ejemplo: distancia de salto aleatoria, distancia de salto corta, distancia de salto larga, distancia de salto corta, distancia de salto aleatoria, distancia de salto corta, distancia de salto larga, distancia de salto corta, distancia de salto aleatoria,...

[0099] Los aspectos opcionales se ilustran en la FIG. 11 con una línea discontinua.

[0100] Como se ilustra en 1112, el UE puede determinar opcionalmente su nivel de CE para seleccionar una distancia de salto en base al nivel de CE en 1116, por ejemplo, como se describe en relación con la FIG. 8. El nivel de CE se puede determinar en base a una RSRP o una SNR para el UE, como se describe en conexión con la FIG. 8. A continuación, el UE puede basar la selección de la primera distancia de salto en la determinación del nivel de CE. Por ejemplo, se puede seleccionar una primera distancia como la primera distancia de salto cuando el nivel de CE está por debajo de un nivel de referencia y se puede seleccionar una segunda distancia como la primera distancia de salto cuando el nivel de CE está por encima del nivel de referencia, siendo la primera distancia más grande que la segunda distancia. Por tanto, como se describe en relación con las FIGS. 6 y 7, se puede seleccionar una distancia de salto más grande 812 para un nivel de CE bajo que tiene una RSRP mejor/SNR alta, y se puede seleccionar una distancia de salto más pequeña 814 para un nivel de CE alto que tiene una RSRP peor/SNR baja.

[0101] Este ejemplo puede ser para un nivel de CE alto, donde la primera distancia de salto seleccionada sería más pequeña, por ejemplo, similar a d_1 .

[0102] El UE también puede recibir información de asignación de recursos en 1114. Esta información de asignación de recursos puede informar al UE de los recursos asociados con el nivel de CE. Por ejemplo, el UE puede recibir información de asignación de recursos que mapea unos tonos de un recurso de transmisión al nivel de CE. El primer tono, el segundo tono, el tercer tono y el cuarto tono se pueden transmitir dentro de un recurso de transmisión indicado por la información de asignación de recursos. Como se describe en relación con la FIG. 9, cada nivel de CE puede estar asociado con tonos de un recurso de transmisión, y los recursos de transmisión pueden estar entrelazados entre sí.

[0103] En otro ejemplo, los niveles de CE se pueden mapear a unos tonos de un recurso de transmisión fijo, y el primer tono, el segundo tono, el tercer tono y el cuarto tono se pueden transmitir dentro del recurso de transmisión fijo.

[0104] En otro ejemplo, el nivel de CE se puede mapear a unos tonos de una pluralidad de recursos de transmisión fijos, y el UE puede recibir información de asignación de recursos correspondiente al nivel de CE en 1114. El primer tono, el segundo tono, el tercer tono y el cuarto tono se pueden transmitir a continuación dentro de uno de los recursos de transmisión fijos indicados por la información de asignación de recursos.

[0105] Se pueden asociar diferentes niveles de CE con diferentes granularidades de TA de modo que un primer nivel de CE se asocia con una granularidad de TA diferente a un segundo nivel de CE.

[0106] La separación entre tonos para el PRACH puede ser diferente a la separación entre tonos para una transmisión de datos de enlace descendente correspondiente. Al menos el primer tono se puede mapear a una posición para la transmisión de datos de enlace ascendente o transmisión de datos de enlace descendente correspondiente después de una transmisión PRACH realizada con éxito, por ejemplo, como se describe en relación con la FIG. 10. Esto permite que el UE sepa dónde debe esperar una transmisión de datos desde un eNB.

[0107] La FIG. 12 es un diagrama de flujo de datos conceptual 1200 que ilustra el flujo de datos entre diferentes medios/componentes de un aparato 1202 ejemplar. El aparato puede ser un UE. El aparato incluye un componente de recepción 1204 que recibe una comunicación 1220 desde el eNB 1250 y un componente de transmisión 1206 que transmite una comunicación 1222 al eNB 1250, tal como las transmisiones PRACH descritas en relación con las FIGS. 4-10. El aparato incluye un componente PRACH 1208 que genera múltiples tonos de un PRACH que tiene al menos dos distancias de salto diferentes entre tonos, por ejemplo, como se describe en relación con las FIGS. 4-10. El componente PRACH 1208 puede incluir un componente de distancia de salto 1210 que determina las distancias de salto para las transmisiones PRACH. Las distancias de salto pueden incluir dos distancias fijas diferentes y una distancia de salto aleatoria, etc.

[0108] El componente PRACH 1208 puede incluir un componente de determinación de nivel de CE 1212 que determina el nivel de CE, por ejemplo, usando una RSRP/SNR para el aparato. El componente de recepción 1204 puede proporcionar la RSRP/SNR al componente de determinación de nivel de CE 1212. El componente de determinación de nivel de CE 1212 puede proporcionar el nivel de CE en 1216 al componente de selección de distancia de salto 1210 para usarlo en la selección de la distancia de salto. El componente de distancia de salto 1210 puede seleccionar, a continuación, al menos una distancia de salto entre transmisiones de tono de un PRACH en base a un nivel de CE.

[0109] El componente de transmisión 1206 puede estar configurado para transmitir los tonos del PRACH, por ejemplo, cualquiera del primer, segundo, tercer y cuarto tonos de la FIG. 11. Por ejemplo, el componente PRACH 1208 puede proporcionar el PRACH y las distancias al componente de transmisión en 1224. El componente de transmisión 1206 puede usar las diferentes distancias de salto para transmitir los tonos del PRACH, por ejemplo, como se describe en relación con la FIG. 11.

[0110] El componente de recepción 1204 puede estar configurado para recibir asignaciones de recursos para los niveles de CE, que se pueden proporcionar a un componente de asignación de recursos 1218 del componente PRACH 1208. El componente de recepción puede proporcionar las asignaciones de recursos al componente PRACH 1208, de modo que el componente PRACH 1208 puede usar los recursos de transmisión indicados para generar el PRACH.

[0111] El aparato puede incluir componentes adicionales que realizan cada uno de los bloques del algoritmo de los diagramas de flujo mencionados anteriormente de la FIG. 11 y los aspectos descritos en relación con las FIGS. 4-10. Así pues, un componente puede realizar cada bloque de los diagramas de flujo mencionados anteriormente de la FIG. 11, y el aparato puede incluir uno o más de esos componentes. Los componentes pueden ser uno o más componentes de hardware configurados específicamente para llevar a cabo los procesos/el algoritmo mencionados, implementados por un procesador configurado para realizar los procesos/el algoritmo mencionados, almacenados dentro de un medio legible por ordenador para su implementación por un procesador, o alguna combinación de los anteriores.

[0112] La FIG. 13 es un diagrama 1300 que ilustra un ejemplo de implementación de hardware para un aparato 1202' que emplea un sistema de procesamiento 1314. El sistema de procesamiento 1314 se puede implementar con una arquitectura de bus, representada, en general, por el bus 1324. El bus 1324 puede incluir cualquier número de buses y puentes de interconexión dependiendo de la aplicación específica del sistema de procesamiento 1314 y de las restricciones de diseño globales. El bus 1324 enlaza entre sí diversos circuitos, que incluyen uno o más procesadores y/o componentes de hardware, representados por el procesador 1304, los componentes 1204, 1206, 1208, 1210, 1212, 1218 y el medio/la memoria legible por ordenador 1306. El bus 1324 puede enlazar también otros circuitos diversos, tales como fuentes de temporización, periféricos, reguladores de tensión y circuitos de gestión de potencia, que son muy conocidos en la técnica y que, por lo tanto, no se describirán en mayor detalle.

[0113] El sistema de procesamiento 1314 puede estar acoplado a un transceptor 1310. El transceptor 1310 está acoplado a una o más antenas 1320. El transceptor 1310 proporciona un medio para comunicación con otros aparatos diversos a través de un medio de transmisión. El transceptor 1310 recibe una señal desde la una o más antenas 1320, extrae información de la señal recibida y proporciona la información extraída al sistema de procesamiento 1314, específicamente, al componente de recepción 1204. Además, el transceptor 1310 recibe información desde el sistema

de procesamiento 1314, específicamente, el componente de transmisión 1206 y, en base a la información recibida, genera una señal que se va a aplicar a la una o más antenas 1320. El sistema de procesamiento 1314 incluye un procesador 1304 acoplado a un medio/una memoria legible por ordenador 1306. El procesador 1304 es responsable del procesamiento general, que incluye la ejecución de software almacenado en el medio/la memoria legible por ordenador 1306. El software, cuando es ejecutado por el procesador 1304, hace que el sistema de procesamiento 1314 realice las diversas funciones descritas *supra* para cualquier aparato particular. El medio/la memoria legible por ordenador 1306 se puede usar también para almacenar datos que el procesador 1304 manipula al ejecutar software. El sistema de procesamiento 1314 incluye además al menos uno de los componentes 1204, 1206, 1208, 1210, 1212 y 1218. Los componentes pueden ser componentes de software que se ejecutan en el procesador 1304, residentes/almacenados en el medio/la memoria legible por ordenador 1306, uno o más componentes de hardware acoplados al procesador 1304 o alguna combinación de los mismos. El sistema de procesamiento 1314 puede ser un componente del UE 350 y puede incluir la memoria 360 y/o al menos uno entre el procesador de TX 368, el procesador de RX 356 y el controlador/procesador 359.

[0114] En una configuración, el aparato 1202/1202' para comunicación inalámbrica incluye medios para transmitir un primer tono PRACH, un segundo tono PRACH a una primera distancia de salto del primer tono PRACH, un tercer tono PRACH y un cuarto tono PRACH a una segunda distancia de salto del tercer tono PRACH; medios para transmitir un tono PRACH adicional a una distancia de salto aleatoria; medios para seleccionar una primera distancia de salto entre transmisiones de tono de un PRACH en base a un nivel de CE; medios para determinar el nivel de CE; y medios para recibir información de asignación de recursos. Los medios mencionados anteriormente pueden ser uno o más de los componentes mencionados anteriormente del aparato 1202 y/o del sistema de procesamiento 1314 del aparato 1202' configurado para realizar las funciones mencionadas mediante los medios mencionados anteriormente. Como se describe *supra*, el sistema de procesamiento 1314 puede incluir el procesador de TX 368, el procesador de RX 356 y el controlador/procesador 359. Así pues, en una configuración, los medios mencionados anteriormente pueden ser el procesador de TX 368, el procesador de RX 356 y el controlador/procesador 359, configurados para realizar las funciones mencionadas mediante los medios mencionados anteriormente.

[0115] La FIG. 14 es un diagrama de flujo 1400 de un procedimiento de comunicación inalámbrica. La comunicación inalámbrica puede ser una comunicación inalámbrica NB. Entre otros tipos de comunicación de banda estrecha, la comunicación inalámbrica puede ser NB-IOT. La comunicación puede estar limitada a un ancho de banda estrecho del sistema, tal como 1 RB, y puede ser capaz de comunicación multiusuario. Un receptor, tal como un eNB (por ejemplo, el eNB 102, 310, 802, 1250, el aparato 1502/1502') puede realizar el procedimiento.

[0116] En 1402, el eNB recibe un primer conjunto de tonos desde un PRACH a una primera distancia de salto de tono. En 1404, el eNB recibe un segundo conjunto de tonos desde un PRACH a una segunda distancia de salto de tono. Los nombres de los tonos, es decir, primer tono, segundo tono, tercer tono y cuarto tono, no pretenden atribuir un orden a su transmisión. Por ejemplo, el tercer y/o el cuarto tonos se pueden transmitir antes del primer y/o segundo tonos.

[0117] El primer tono puede ser d_1 y el segundo tono puede ser d_2 , por ejemplo, como se ilustra en las FIGS. 4-7. Por ejemplo, la segunda distancia de salto puede ser d_2 y puede ser más grande que la primera distancia de salto, por ejemplo, d_1 . La segunda distancia de salto puede corresponder a la primera distancia de salto multiplicada por un número entero mayor que 1. Por tanto, la segunda distancia de salto puede corresponder a la primera distancia de salto multiplicada por un número entero mayor que 1, por ejemplo, $d_2 = d_1 * n$, siendo n un valor de escalado mayor que 1 preferentemente un número entero.

[0118] El uso de una distancia de salto de tono más grande, por ejemplo, d_2 , puede mejorar la exactitud de temporización para el PRACH realizada por el eNB, mientras que la distancia más corta, por ejemplo, d_1 , puede permitir UE que están alejados del eNB. Por tanto, en este ejemplo, el primer y el segundo tonos pueden ser similares al conjunto 502 o 506, y el tercer y el cuarto tonos pueden ser similares al conjunto 504 o 508 de las FIGS. 5 y/o 6.

[0119] La primera distancia de salto y la segunda distancia de salto pueden ser distancias de salto fijas diferentes. A diferencia de la distancia fija, por ejemplo, d_1 o d_2 , entre el primer y el segundo tonos y el tercer y el cuarto tonos, la distancia de salto entre un primer tono 502a y un tercer tono 504a puede corresponder a una distancia de salto aleatoria d_3 .

[0120] Después de recibir los dos conjuntos de tonos, el eNB determina en 1406 un primer conjunto de estimaciones de fase (ϕ_1) en base al primer conjunto de tonos y un segundo conjunto de estimaciones de fase (ϕ_2) en base al segundo conjunto de tonos.

[0121] El eNB también puede usar la primera estimación de fase (ϕ_1) para seleccionar una hipótesis de estimación correspondiente a la segunda estimación de fase (ϕ_2) en 1408. Por ejemplo, una distancia de salto corta tiene menos ambigüedad y, por lo tanto, se puede usar para ayudar a resolver la ambigüedad correspondiente a una distancia de salto más larga.

[0122] Después de seleccionar una hipótesis de estimación en 1408, el eNB puede actualizar la primera estimación de fase en 1410 en base a la hipótesis de estimación seleccionada.

[0123] Unos aspectos adicionales para el receptor descritos en relación con las FIGS. 4-11 también se pueden realizar en el procedimiento de la FIG. 14.

[0124] La FIG. 15 es un diagrama de flujo de datos conceptual 1500 que ilustra el flujo de datos entre diferentes medios/componentes de un aparato 1502 ejemplar. El aparato puede ser un receptor, tal como un eNB 102, 310, 802, 1250. El aparato incluye un componente de recepción 1504 que recibe una comunicación UL 1518 desde el UE 1550, por ejemplo, que incluye un primer conjunto de tonos de un PRACH a una primera distancia de salto de tono, y un segundo conjunto de tonos de un PRACH a una segunda distancia de salto de tono. El aparato incluye un componente de transmisión 1506 que transmite una comunicación DL 1516 al UE 1550. El aparato incluye un componente PRACH 1508 que tiene un componente de estimación de desplazamiento de temporización 1510 que determina un primer conjunto de estimaciones de fase (ϕ_1) en base al primer conjunto de tonos y un segundo conjunto de estimaciones de fase (ϕ_2) en base al segundo conjunto de tonos, como se describe en relación con la FIG. 14.

[0125] El aparato puede incluir componentes adicionales que realizan cada uno de los bloques del algoritmo de los diagramas de flujo mencionados anteriormente de la FIG. 14, y los aspectos descritos en relación con las FIGS. 4-10. Así pues, un componente puede realizar cada bloque de los diagramas de flujo mencionados anteriormente de la FIG. 14, y el aparato puede incluir uno o más de esos componentes. Los componentes pueden ser uno o más componentes de hardware configurados específicamente para llevar a cabo los procesos/el algoritmo mencionados, implementados por un procesador configurado para realizar los procesos/el algoritmo mencionados, almacenados dentro de un medio legible por ordenador para su implementación por un procesador, o alguna combinación de los anteriores.

[0126] La FIG. 16 es un diagrama 1600 que ilustra un ejemplo de implementación de hardware para un aparato 1502' que emplea un sistema de procesamiento 1614. El sistema de procesamiento 1614 se puede implementar con una arquitectura de bus, representada, en general, por el bus 1624. El bus 1624 puede incluir cualquier número de buses y puentes de interconexión dependiendo de la aplicación específica del sistema de procesamiento 1614 y de las restricciones de diseño globales. El bus 1624 enlaza entre sí diversos circuitos, que incluyen uno o más procesadores y/o componentes de hardware, representados por el procesador 1604, los componentes 1504, 1506, 1508, 1510 y el medio/la memoria legible por ordenador 1606. El bus 1624 puede enlazar también otros circuitos diversos, tales como fuentes de temporización, periféricos, reguladores de tensión y circuitos de gestión de potencia, que son muy conocidos en la técnica y que, por lo tanto, no se describirán en mayor detalle.

[0127] El sistema de procesamiento 1614 puede estar acoplado a un transceptor 1610. El transceptor 1610 está acoplado a una o más antenas 1620. El transceptor 1610 proporciona un medio para comunicación con otros aparatos diversos a través de un medio de transmisión. El transceptor 1610 recibe una señal desde la una o más antenas 1620, extrae información de la señal recibida y proporciona la información extraída al sistema de procesamiento 1614, específicamente, al componente de recepción 1504. Además, el transceptor 1610 recibe información desde el sistema de procesamiento 1614, específicamente, el componente de transmisión 1506 y, en base a la información recibida, genera una señal que se va a aplicar a la una o más antenas 1620. El sistema de procesamiento 1614 incluye un procesador 1604 acoplado a un medio/una memoria legible por ordenador 1606. El procesador 1604 es responsable del procesamiento general, que incluye la ejecución de software almacenado en el medio/la memoria legible por ordenador 1606. El software, cuando es ejecutado por el procesador 1604, hace que el sistema de procesamiento 1614 realice las diversas funciones descritas *supra* para cualquier aparato particular. El medio/la memoria legible por ordenador 1606 se puede usar también para almacenar datos que el procesador 1604 manipula al ejecutar software. El sistema de procesamiento 1614 incluye además al menos uno de los componentes 1504, 1506, 1508, 1510. Los componentes pueden ser componentes de software que se ejecutan en el procesador 1604, residentes/almacenados en el medio/la memoria legible por ordenador 1606, uno o más componentes de hardware acoplados al procesador 1604 o alguna combinación de los mismos. El sistema de procesamiento 1614 puede ser un componente del eNB 310 y puede incluir la memoria 376 y/o al menos uno del procesador de TX 316, el procesador de RX 370 y el controlador/procesador 375.

[0128] En una configuración, el aparato para comunicación inalámbrica puede incluir cualquiera de unos medios para recibir un primer conjunto de tonos de un PRACH a una primera distancia de salto de tono y recibir un segundo conjunto de tonos de un PRACH a una segunda distancia de salto de tono, medios para determinar un primer conjunto de estimaciones de fase en base al primer conjunto de tonos y un segundo conjunto de estimaciones de fase en base al segundo conjunto de tonos, medios para usar la primera estimación de fase para seleccionar una hipótesis de estimación correspondiente a la segunda estimación de fase, y medios para actualizar la primera estimación de fase en base a la hipótesis de estimación seleccionada.

[0129] Los medios mencionados anteriormente pueden ser uno o más de los componentes mencionados anteriormente del aparato, y/o un sistema de procesamiento, que incluye al menos un procesador, del aparato configurado para realizar las funciones mencionadas mediante los medios mencionados anteriormente. Como se describe *supra*, el sistema de procesamiento puede incluir el procesador de TX 316, el procesador de RX 370 y el controlador/procesador 375. Así pues, en una configuración, los medios mencionados anteriormente pueden ser el

procesador de TX 316, el procesador de RX 370 y el controlador/procesador 375, configurados para realizar las funciones mencionadas mediante los medios mencionados anteriormente.

[0130] Se entiende que el orden o la jerarquía específicos de los bloques en los procesos/diagramas de flujo divulgados es una ilustración de enfoques ejemplares. En base a las preferencias de diseño, se entiende que el orden o la jerarquía específicos de los bloques de los procesos/diagramas de flujo se pueden reorganizar. Además, algunos bloques se pueden combinar u omitir. Las reivindicaciones de procedimiento adjuntas presentan elementos de los diversos bloques en un orden de muestra y no pretenden estar limitados al orden o la jerarquía específicos presentados.

[0131] La descripción anterior se proporciona para permitir a cualquier experto en la técnica llevar a la práctica los diversos aspectos descritos en el presente documento. Diversas modificaciones de estos aspectos resultarán fácilmente evidentes a los expertos en la técnica, y los principios genéricos definidos en el presente documento se pueden aplicar a otros aspectos. Por tanto, no se pretende limitar las reivindicaciones a los aspectos mostrados en el presente documento, sino que se les debe conceder el alcance completo consecuente con el lenguaje de las reivindicaciones, en las que la referencia a un elemento en forma singular no pretende significar "uno y solo uno", a no ser que se indique específicamente, sino más bien "uno o más". El término "ejemplar" se usa en el presente documento para significar que "sirve de ejemplo, caso o ilustración". No se debe interpretar necesariamente que cualquier aspecto descrito en el presente documento como "ejemplar" es preferente o ventajoso con respecto a otros aspectos. A menos que se exprese específicamente lo contrario, el término "alguno/a" se refiere a uno/a o más. Combinaciones tales como "al menos uno de A, B o C", "uno o más de A, B o C", "al menos uno de A, B y C", "uno o más de A, B y C" y "A, B, C, o cualquier combinación de los mismos" incluyen cualquier combinación de A, B y/o C, y pueden incluir múltiplos de A, múltiplos de B o múltiplos de C. Específicamente, combinaciones tales como "al menos uno de A, B o C", "uno o más de A, B o C", "al menos uno de A, B y C", "uno o más de A, B, y C" y "A, B, C, o cualquier combinación de los mismos" pueden ser A solo, B solo, C solo, A y B, A y C, B y C, o A y B y C, donde cualquiera de dichas combinaciones puede contener uno o más elementos de A, B o C. Todos los equivalentes estructurales y funcionales de los elementos de los diversos aspectos descritos a lo largo de esta divulgación que los expertos en la técnica conocen o conocerán en un futuro se incorporan expresamente en el presente documento como referencia y se pretende que estén abarcados por las reivindicaciones. Por otro lado, no se pretende que nada de lo divulgado en el presente documento esté dedicado al público, independientemente de si dicha divulgación se menciona de forma explícita en las reivindicaciones. Las palabras "módulo", "mecanismo", "elemento", "dispositivo" y similares pueden no ser un sustituto para la palabra "medios". Así pues, ningún elemento de una reivindicación se debe considerar como un medio más función a no ser que el elemento se describa expresamente usando la expresión "medios para".

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de comunicación inalámbrica, que comprende:

- 5 transmitir un primer símbolo en un primer tono (402) de un canal físico de acceso aleatorio, PRACH (400), de tono único;
- transmitir un segundo símbolo en un segundo tono (404) del PRACH (400) de tono único a una primera distancia de salto (410) del primer tono (402);
- 10 transmitir un tercer símbolo en un tercer tono (406) del PRACH (400) de tono único; y
- transmitir un cuarto símbolo en un cuarto tono (408) del PRACH (400) de tono único a una segunda distancia de salto (412) del tercer tono (406), en el que la primera distancia de salto (410) es diferente de la segunda distancia de salto (412).
- 15

2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la segunda distancia de salto (412) es más grande que la primera distancia de salto (410),

20 o en el que la segunda distancia de salto (412) corresponde a la primera distancia de salto (410) multiplicada por un número entero mayor que 1.

3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que una tercera distancia de salto entre el primer símbolo en el primer tono y el tercer símbolo en un tercer tono corresponde a una distancia de salto aleatoria, en el que la tercera distancia de salto es diferente de la primera distancia de salto y la segunda distancia de salto,

25

 o en el que una tercera distancia de salto entre el cuarto símbolo en el cuarto tono y el primer símbolo en el primer tono corresponde a una distancia de salto aleatoria, en el que la tercera distancia de salto es diferente de la primera distancia de salto y la segunda distancia de salto,

30

 o el procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además:

transmitir un símbolo adicional en un tono adicional del PRACH de tono único usando una distancia de salto aleatoria, en el que la primera distancia de salto y la segunda distancia de salto corresponden a distancias de salto fijas.

35

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

- determinar un nivel de mejora de cobertura, CE;
- 40 seleccionar la primera distancia de salto entre transmisiones de tono del PRACH de tono único en base al nivel de CE, en el que se selecciona una primera distancia como la primera distancia de salto cuando el nivel de CE está por debajo de un nivel de referencia y se selecciona una segunda distancia como la primera distancia de salto cuando el nivel de CE está por encima del nivel de referencia, y
- 45 en el que la primera distancia es más grande que la segunda distancia.

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

50 recibir una información de asignación de recursos que mapea tonos en un recurso de transmisión a un nivel de mejora de cobertura, CE, y en el que el primer símbolo en el primer tono, el segundo símbolo en el segundo tono, el tercer símbolo en el tercer tono y el cuarto símbolo en el cuarto tono se transmiten dentro de un recurso de transmisión indicado por la información de asignación de recursos,

55 en el que el nivel de CE se mapea a unos tonos en un recurso de transmisión fijo, y en el que el primer símbolo en el primer tono, el segundo símbolo en el segundo tono, el tercer símbolo en el tercero y el cuarto símbolo en el cuarto tono se transmiten dentro del recurso de transmisión fijo,

 o en el que el nivel de CE se mapea a unos tonos en una pluralidad de recursos de transmisión fijos, comprendiendo de ese modo además el procedimiento en particular:

60

 recibir información de asignación de recursos correspondiente al nivel de CE, en el que el primer símbolo en el primer tono, el segundo símbolo en el segundo tono, el tercer símbolo en el tercer tono y el cuarto símbolo en el cuarto tono se transmiten dentro de uno de la pluralidad de recursos de transmisión fijos indicados por la información de asignación de recursos.

65

6. Un aparato para comunicación inalámbrica, que comprende:

medios para transmitir un primer símbolo en un primer tono (402) de un canal físico de acceso aleatorio, PRACH (400), de tono único,

en el que los medios para transmitir transmiten un segundo símbolo en un segundo tono (404) del PRACH (400) de tono único a una primera distancia de salto (410) del primer tono (402), transmiten un tercer símbolo en un tercer tono (406) del PRACH (400) de tono único, y transmiten un cuarto símbolo en un cuarto tono (408) del PRACH (400) de tono único a una segunda distancia de salto (412) del tercer tono (406), en el que la primera distancia de salto (410) es diferente de la segunda distancia de salto (412).

7. El aparato de la reivindicación 6, en el que la segunda distancia de salto (412) es más grande que la primera distancia de salto (410),

o en el que la segunda distancia de salto (412) corresponde a la primera distancia de salto (410) multiplicada por un número entero mayor que 1.

8. El aparato de la reivindicación 6, que comprende además:

medios para determinar un nivel de mejora de cobertura, CE;

medios para seleccionar la primera distancia de salto entre transmisiones de tono del PRACH de tono único en base al nivel de CE, en el que se selecciona una primera distancia como la primera distancia de salto cuando el nivel de CE está por debajo de un nivel de referencia y se selecciona una segunda distancia como la primera distancia de salto cuando el nivel de CE está por encima del nivel de referencia, y

en el que la primera distancia es más grande que la segunda distancia,

o el aparato de la reivindicación 6, que comprende además:

medios para recibir una información de asignación de recursos que mapea unos tonos de un recurso de transmisión a un nivel de mejora de cobertura, CE, y en el que el primer símbolo en el primer tono, el segundo símbolo en el segundo tono, el tercer símbolo en el tercer tono y el cuarto símbolo en el cuarto tono se transmiten dentro de un recurso de transmisión indicado por la información de asignación de recursos, y

en el que el nivel de CE se mapea a al menos uno de:

unos tonos de un recurso de transmisión fijo, y en el que el primer símbolo en el primer tono, el segundo símbolo en el segundo tono, el tercer símbolo en el tercero y el cuarto símbolo en el cuarto tono se transmiten dentro del recurso de transmisión fijo, o

unos tonos de una pluralidad de recursos de transmisión fijos, en el que los medios para recibir reciben información de asignación de recursos correspondiente al nivel de CE, en el que el primer símbolo en el primer tono, el segundo símbolo en el segundo tono, el tercer símbolo en el tercer tono, y el cuarto símbolo en el cuarto tono se transmiten dentro de uno de la pluralidad de recursos de transmisión fijos indicados por la información de asignación de recursos.

9. Un procedimiento de comunicación inalámbrica, que comprende:

recibir un primer conjunto de tonos (502a, 502b) de un canal físico de acceso aleatorio, PRACH, de tono único a una primera distancia de salto de tono;

recibir un segundo conjunto de tonos (504a, 504b) de un PRACH de tono único a una segunda distancia de salto de tono, en el que la primera distancia de salto es diferente de la segunda distancia de salto; y

determinar una primera estimación de fase en base al primer conjunto de tonos (502a, 502b) y una segunda estimación de fase en base al segundo conjunto de tonos (504a, 504b).

10. El procedimiento de la reivindicación 9, que comprende además:

usar la primera estimación de fase para seleccionar una hipótesis de estimación correspondiente a la segunda estimación de fase,

comprendiendo además el procedimiento en particular:

actualizar la primera estimación de fase en base a la hipótesis de estimación seleccionada.

11. El procedimiento de la reivindicación 9, que comprende además:

recibir un tono adicional del PRACH de tono único a una distancia de salto aleatoria, en el que la distancia de salto aleatoria es diferente de la primera distancia de salto y la segunda distancia de salto,

en el que la primera distancia de salto aleatoria y la segunda distancia de salto corresponden a distancias de salto fijas.

12. Un aparato para comunicación inalámbrica, que comprende:

medios para recibir un primer conjunto de tonos (502a, 502b) de un canal físico de acceso aleatorio, PRACH, de tono único a una primera distancia de salto de tono y recibir un segundo conjunto de tonos (504a, 504b) de un PRACH de tono único a una segunda distancia de salto de tono, en el que la primera distancia de salto es diferente a la segunda distancia de salto; y

medios para determinar una primera estimación de fase en base al primer conjunto de tonos (502a, 502b) y una segunda estimación de fase en base al segundo conjunto de tonos (504a, 504b).

13. El aparato de la reivindicación 12, en el que los medios para determinar usan la primera estimación de fase para seleccionar una hipótesis de estimación correspondiente a la segunda estimación de fase,

en el que los medios para determinar actualizan la primera estimación de fase en base a la hipótesis de estimación seleccionada.

14. El aparato de la reivindicación 12, en el que los medios para recibir reciben un tono adicional del PRACH de tono único a una distancia de salto aleatoria, en el que la distancia de salto aleatoria es diferente de la primera distancia de salto y la segunda distancia de salto,

en el que la primera distancia de salto aleatoria y la segunda distancia de salto corresponden a distancias de salto fijas.

15. Un programa informático que comprende instrucciones para realizar un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 o 9 a 11.

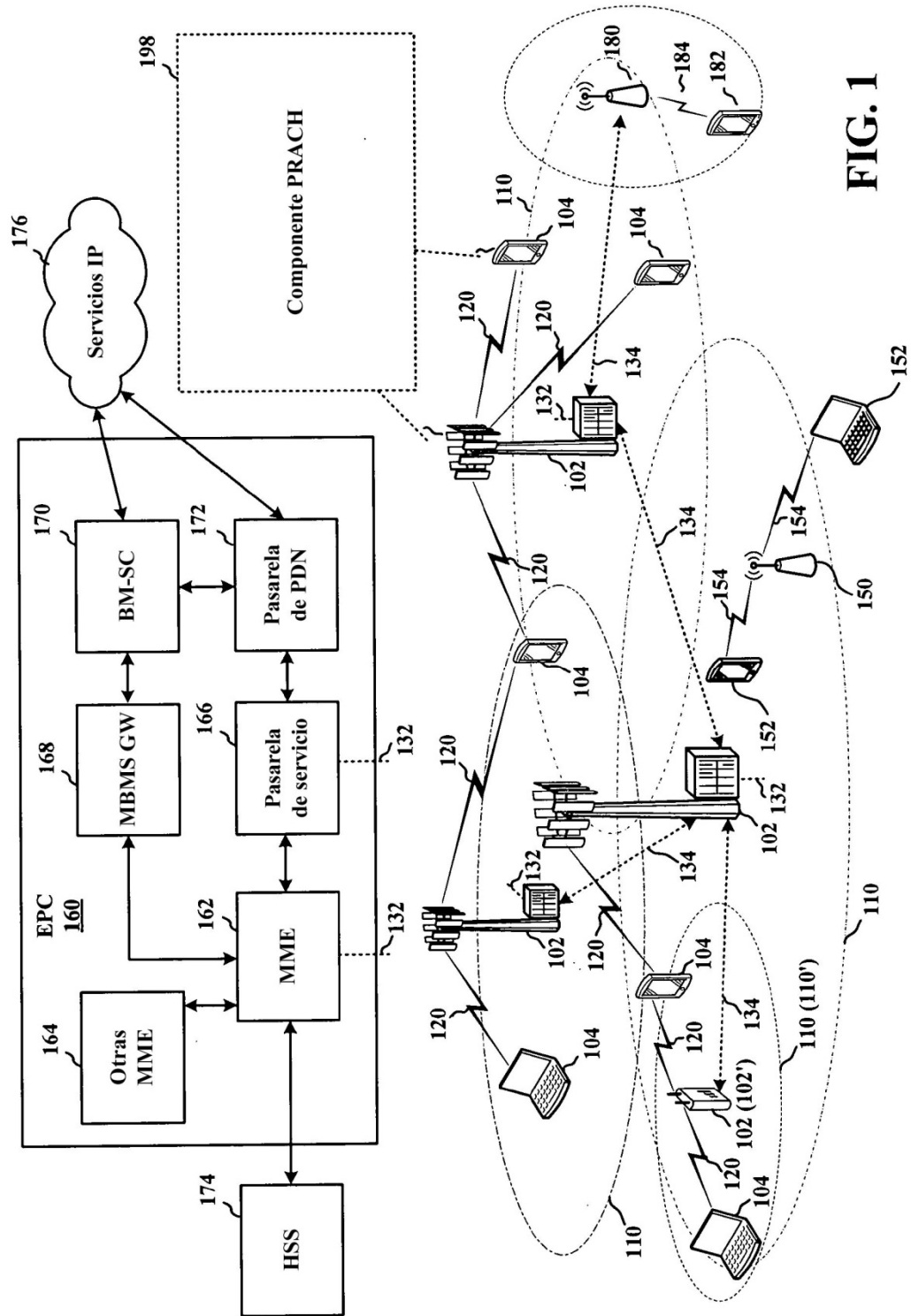
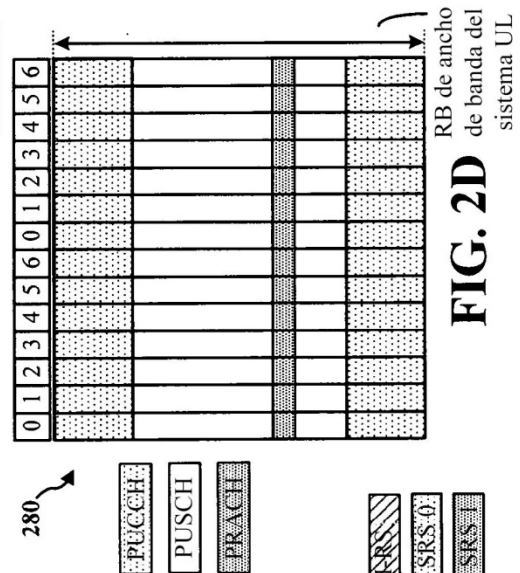
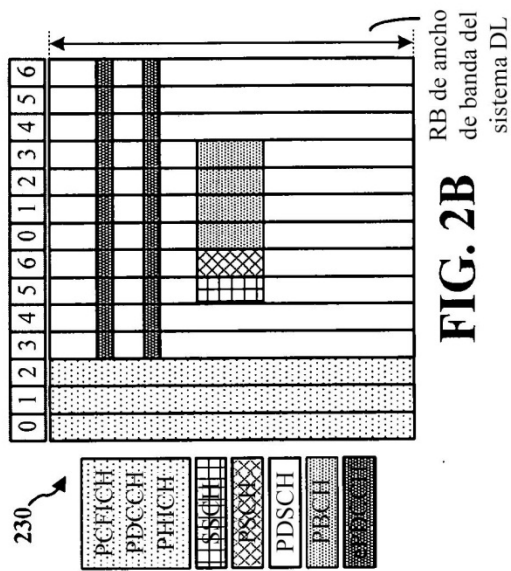
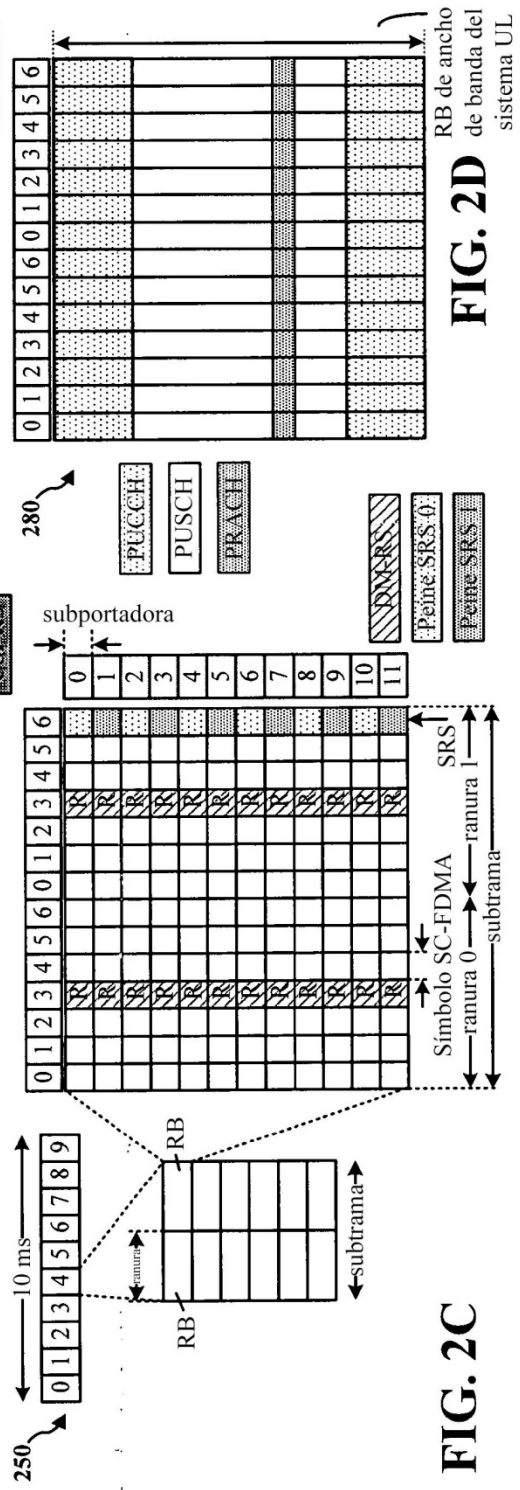
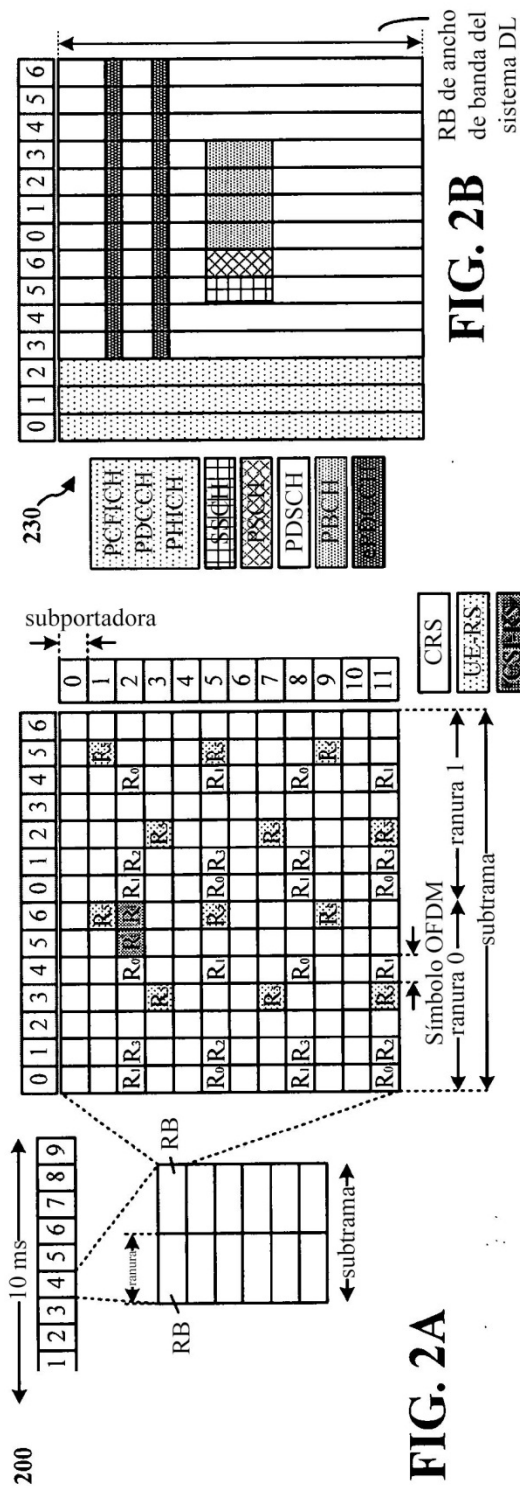


FIG. 1



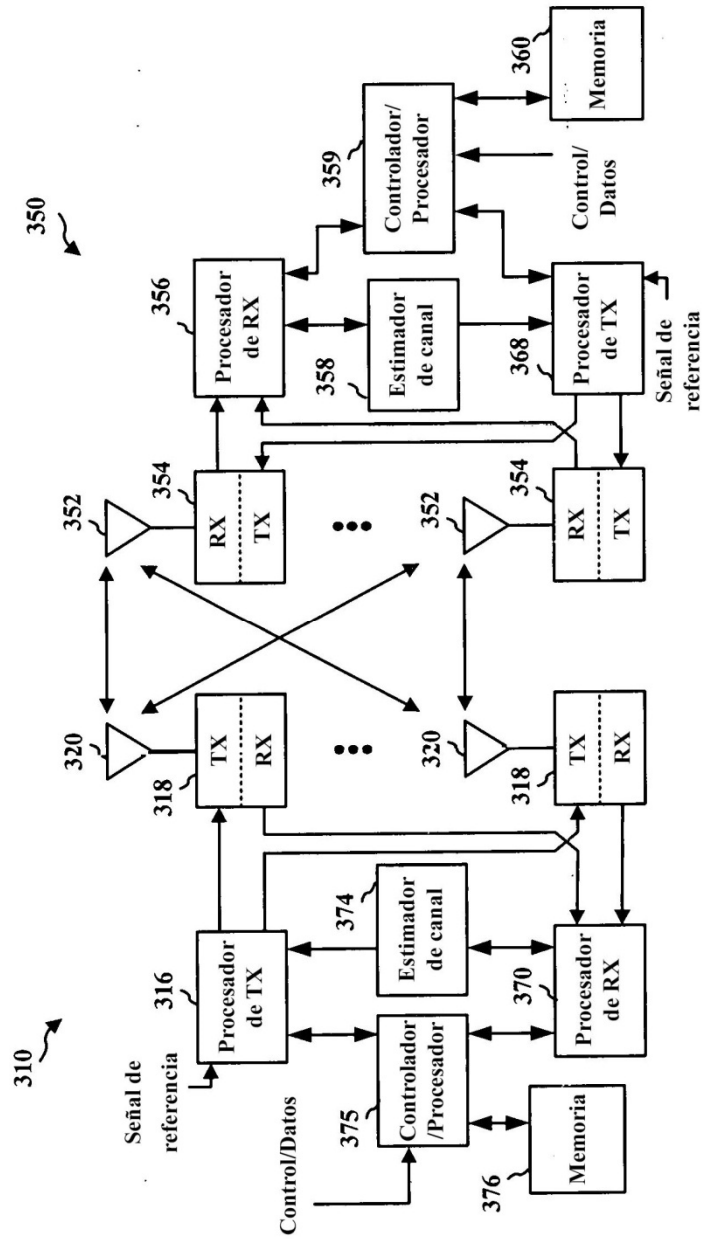


FIG. 3

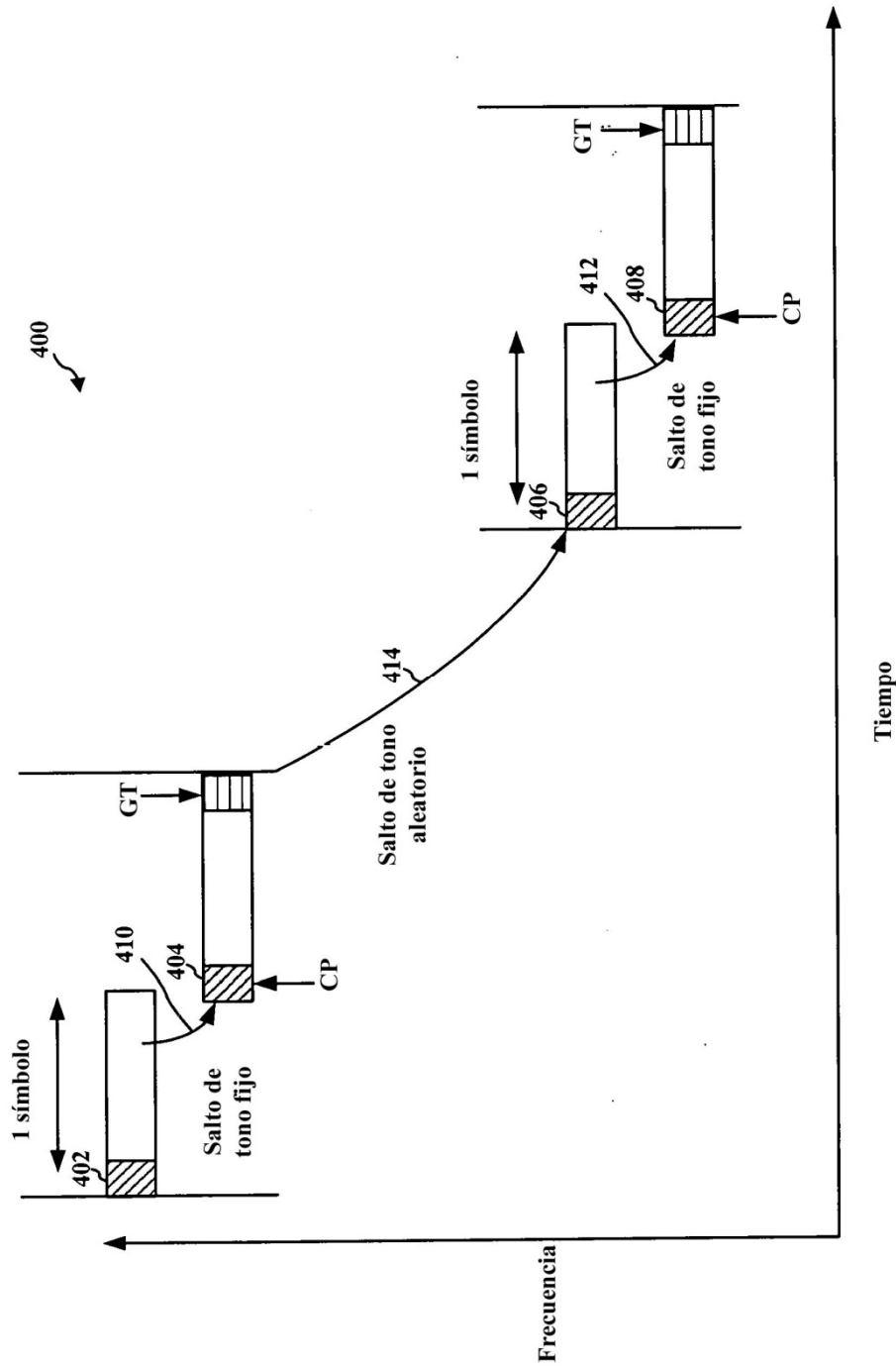


FIG. 4

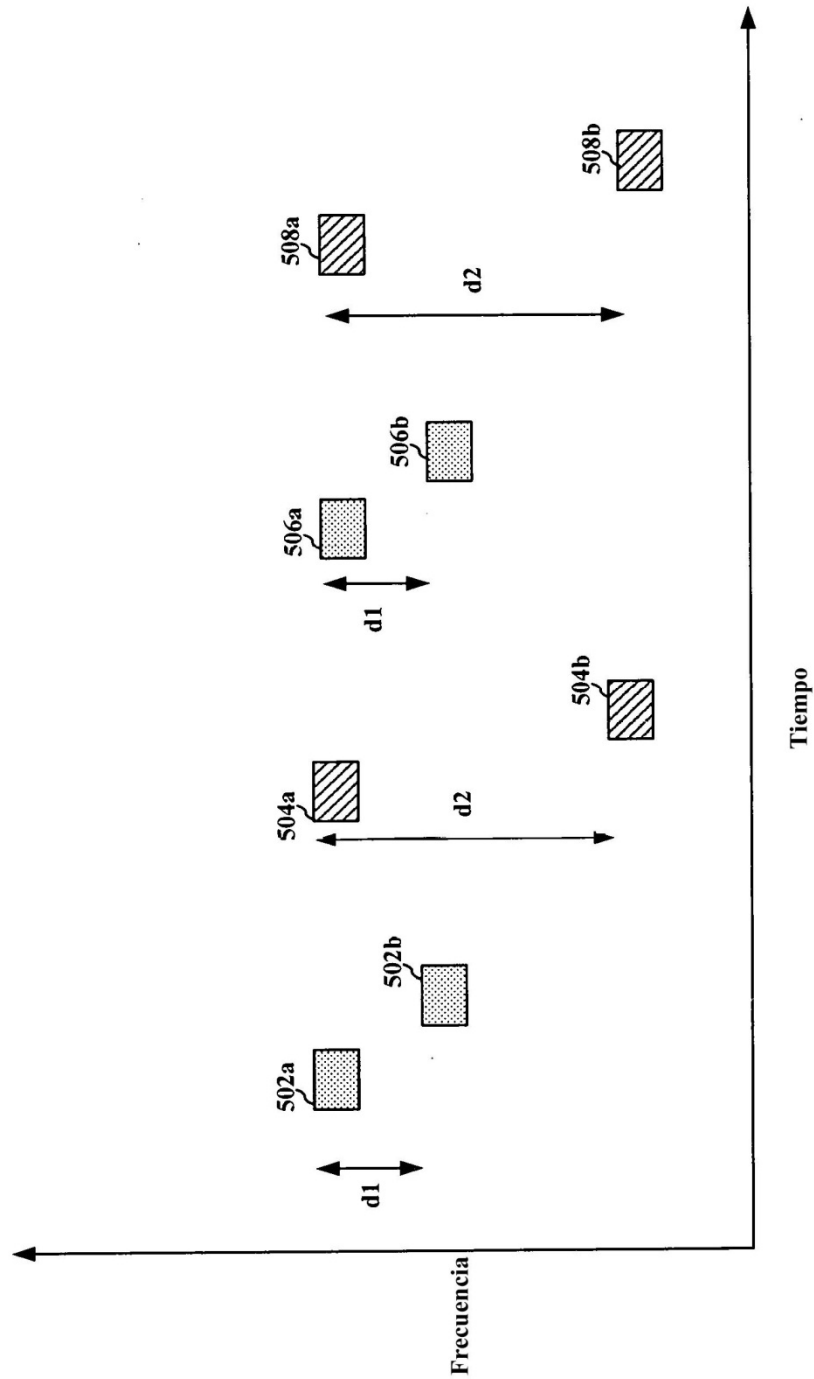


FIG. 5

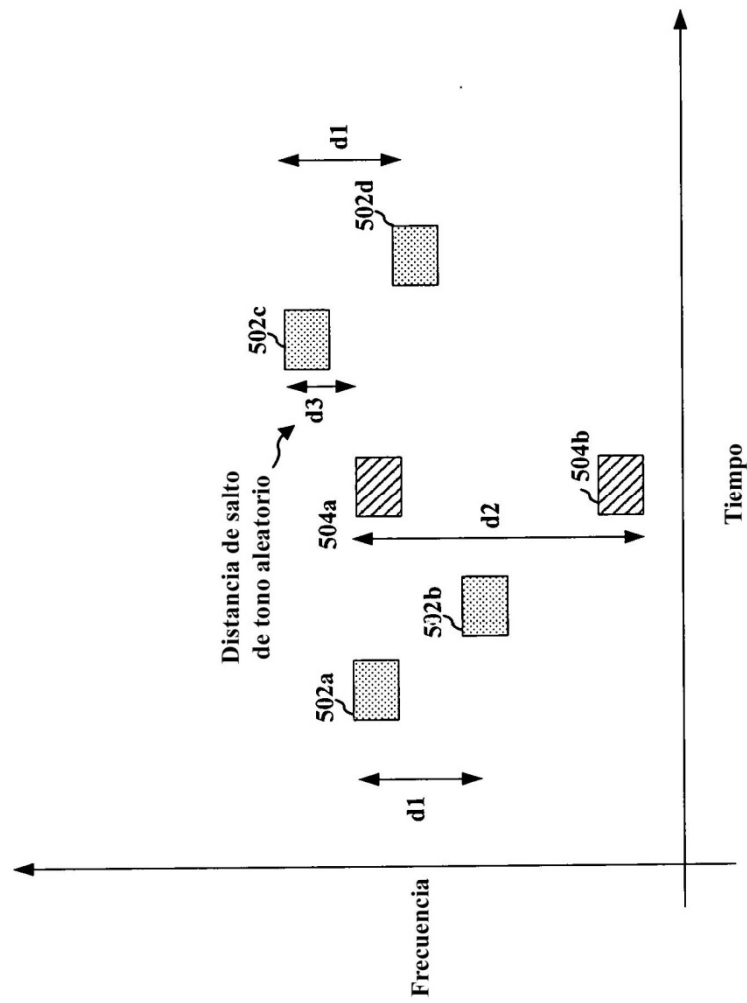


FIG. 6

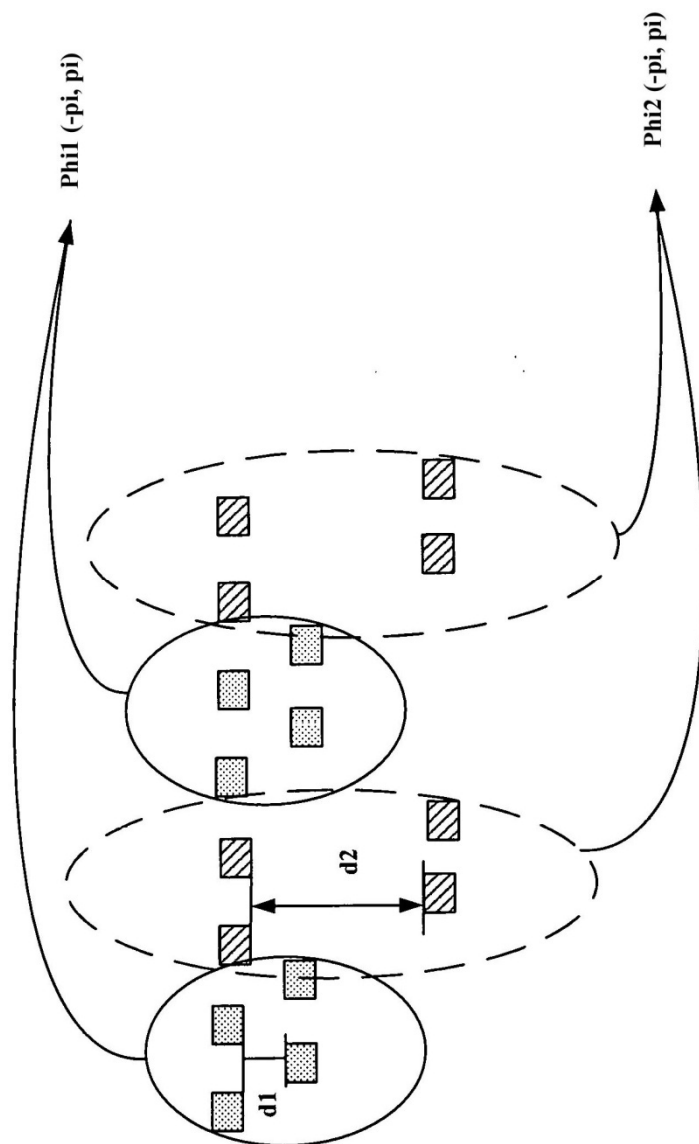


FIG. 7

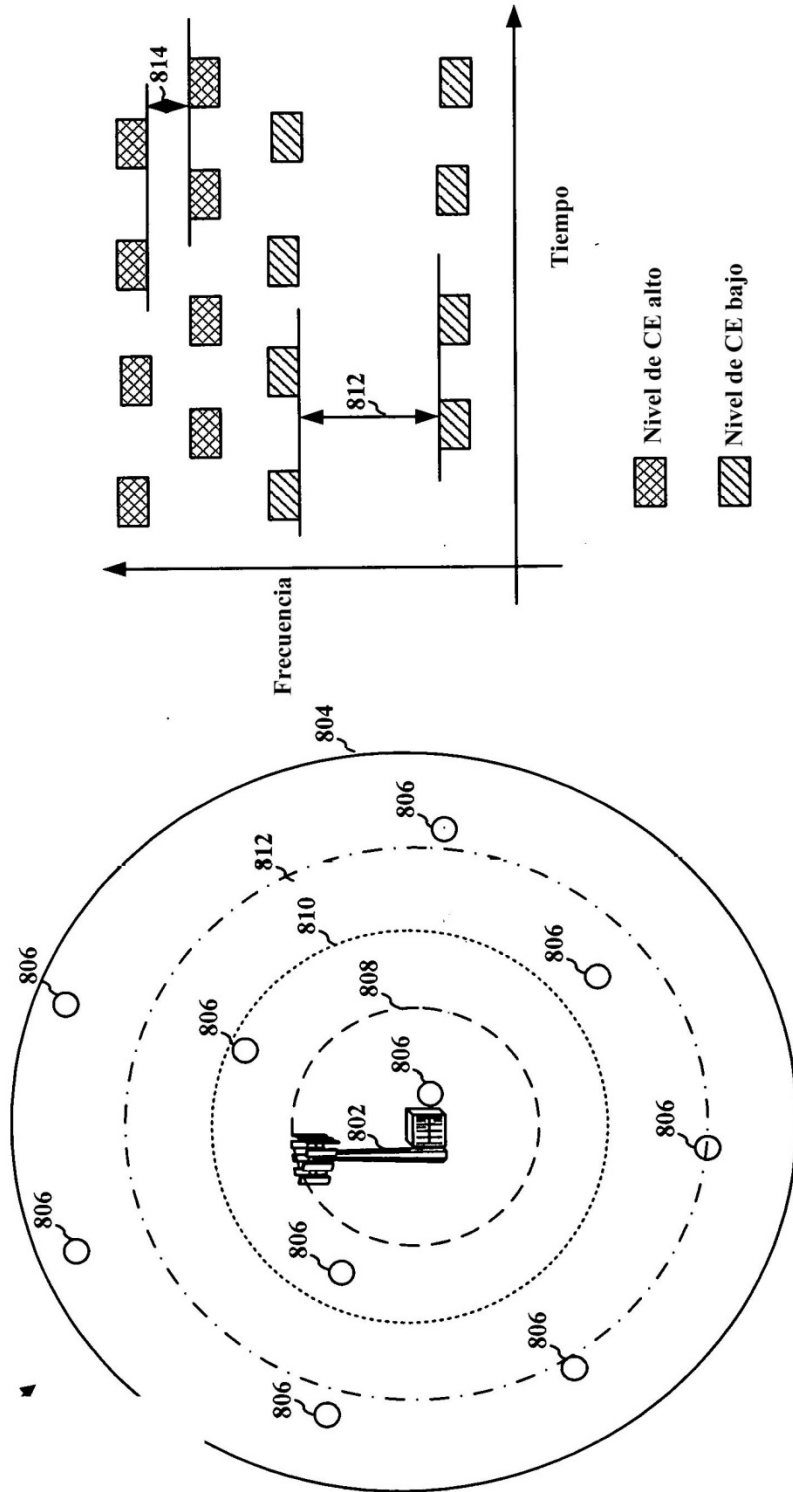


FIG. 8B

FIG. 8A

900 ↗

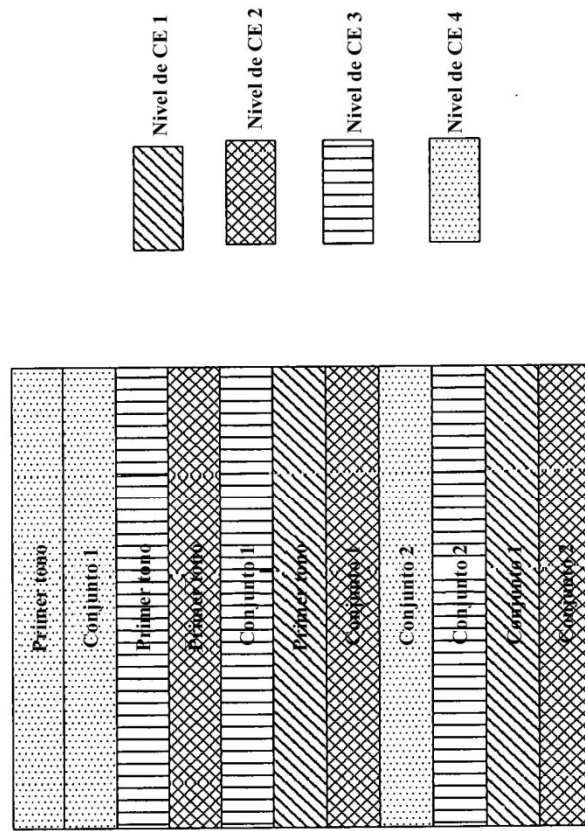


FIG. 9

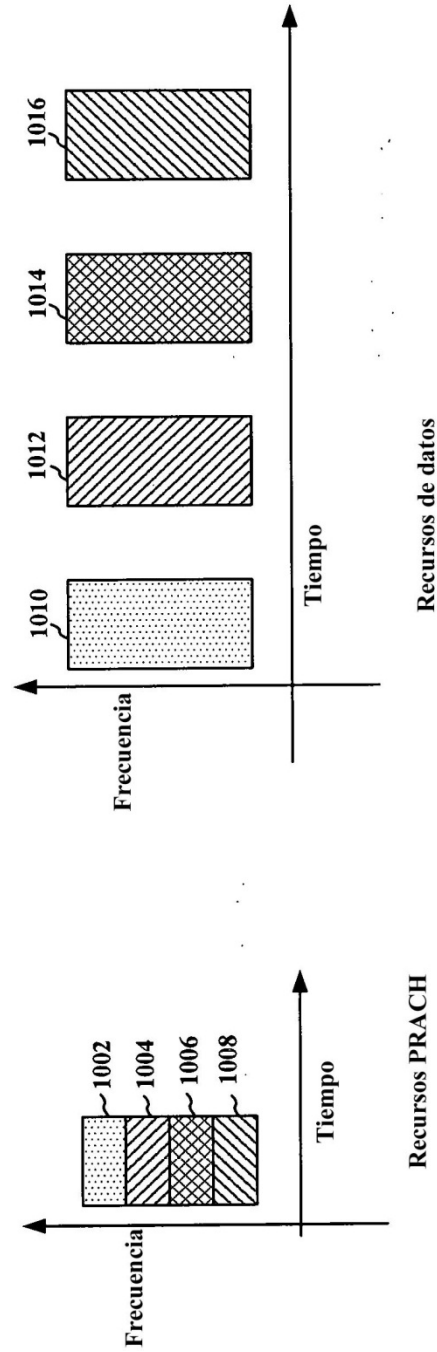


FIG. 10

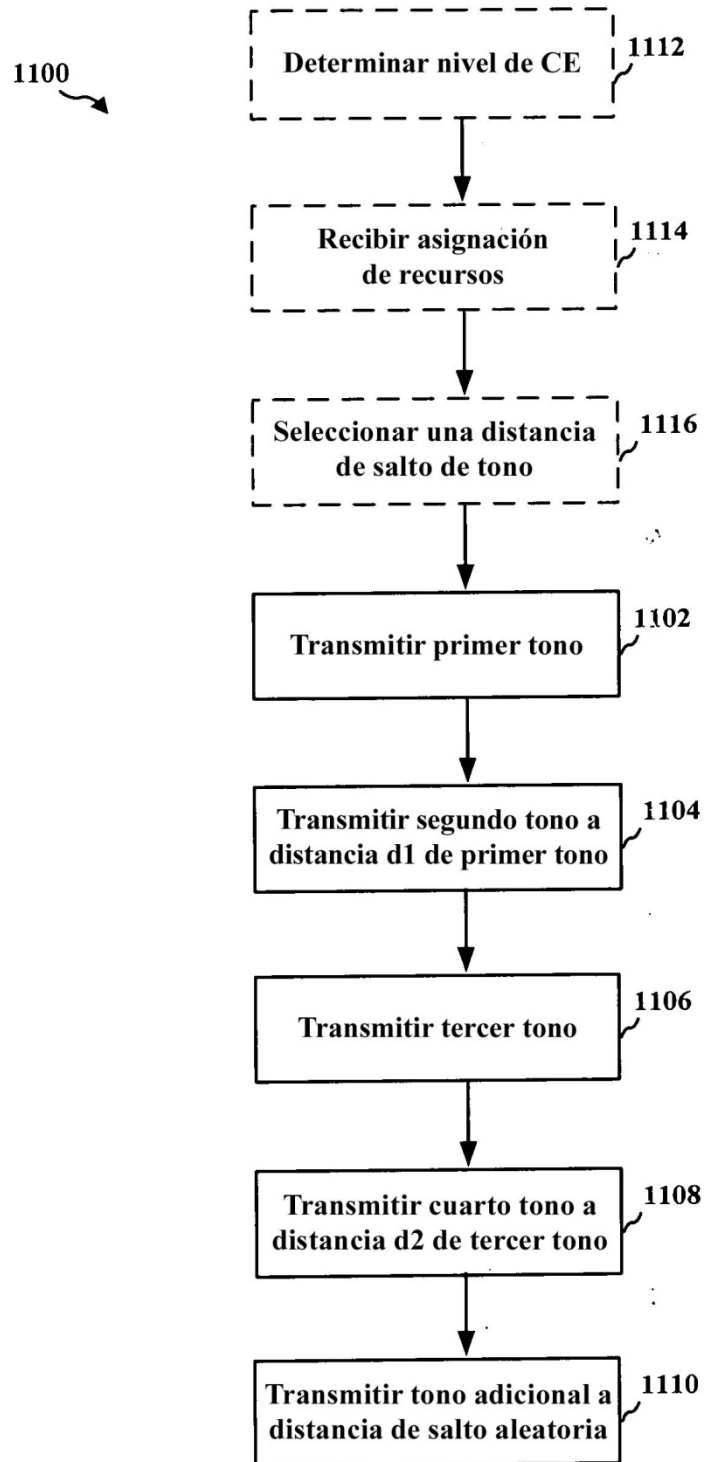


FIG. 11

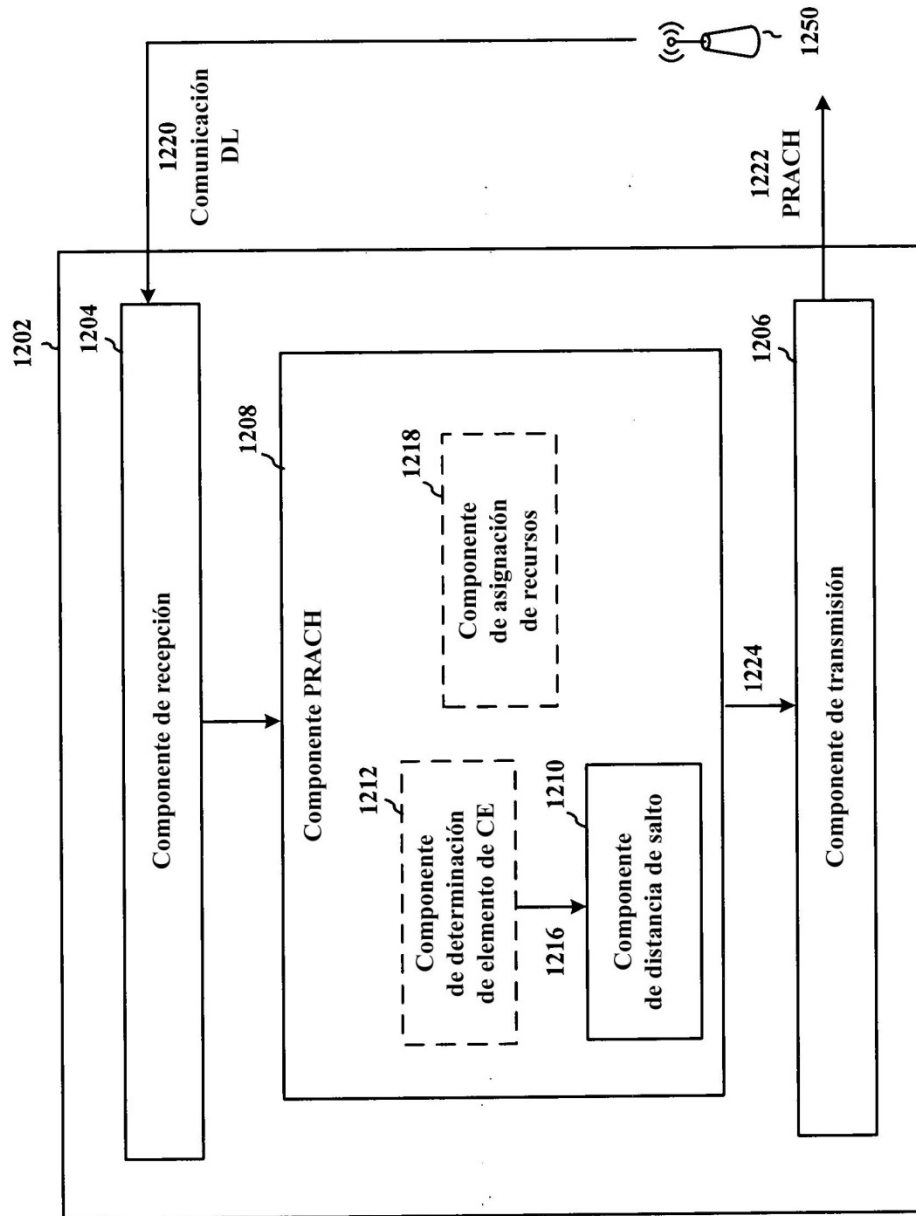


FIG. 12

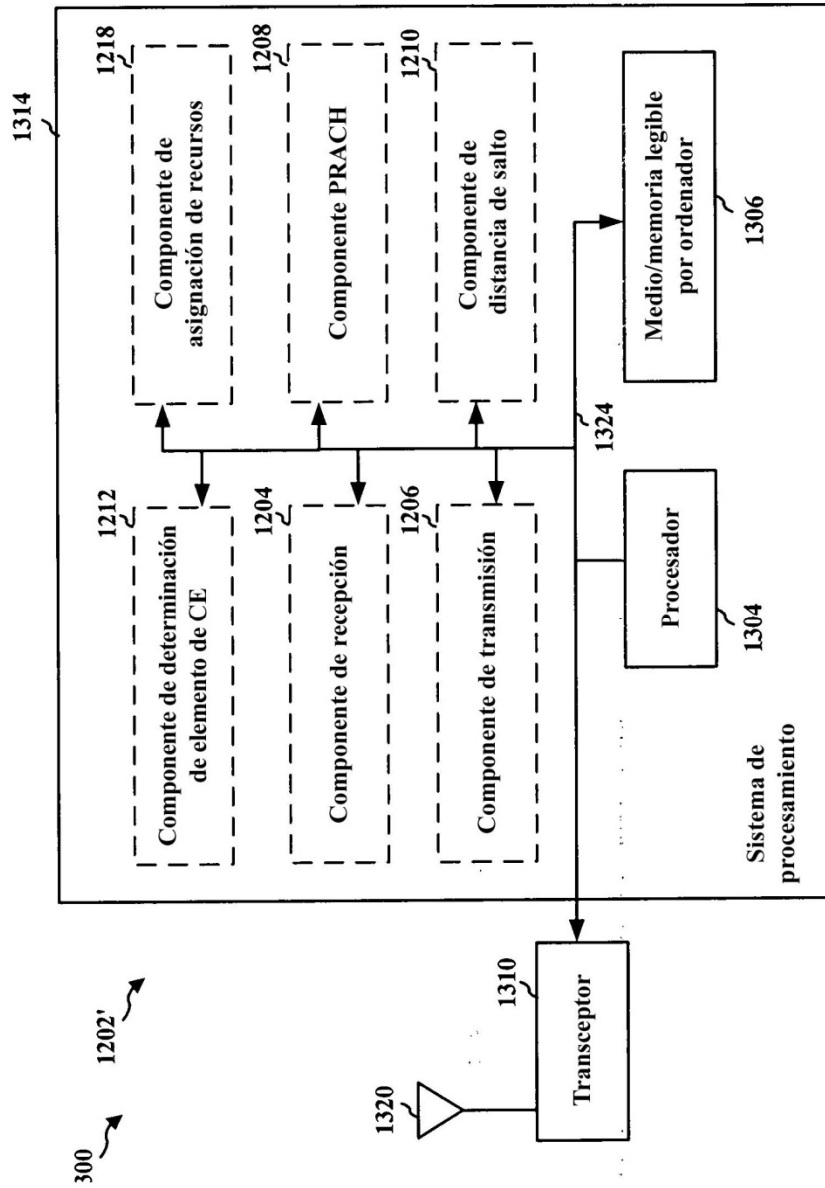


FIG. 13

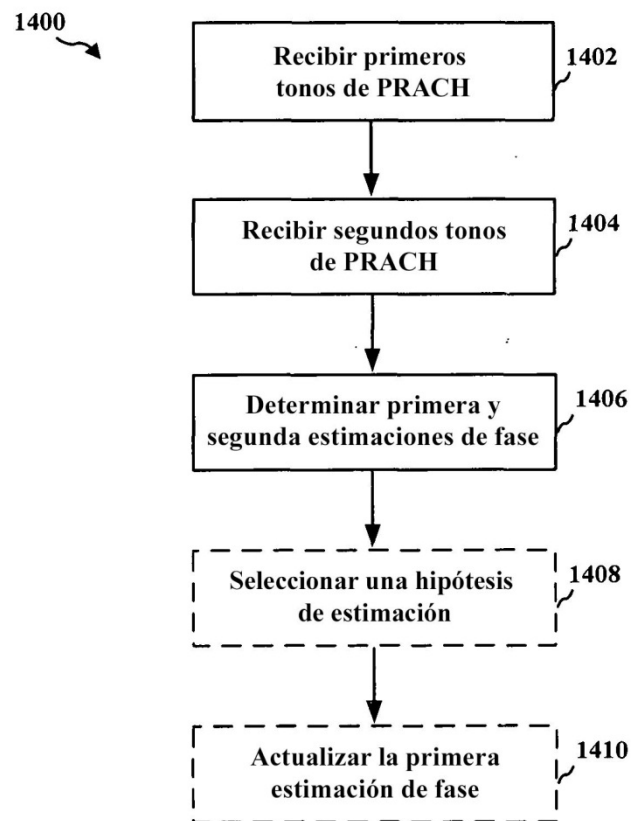


FIG. 14

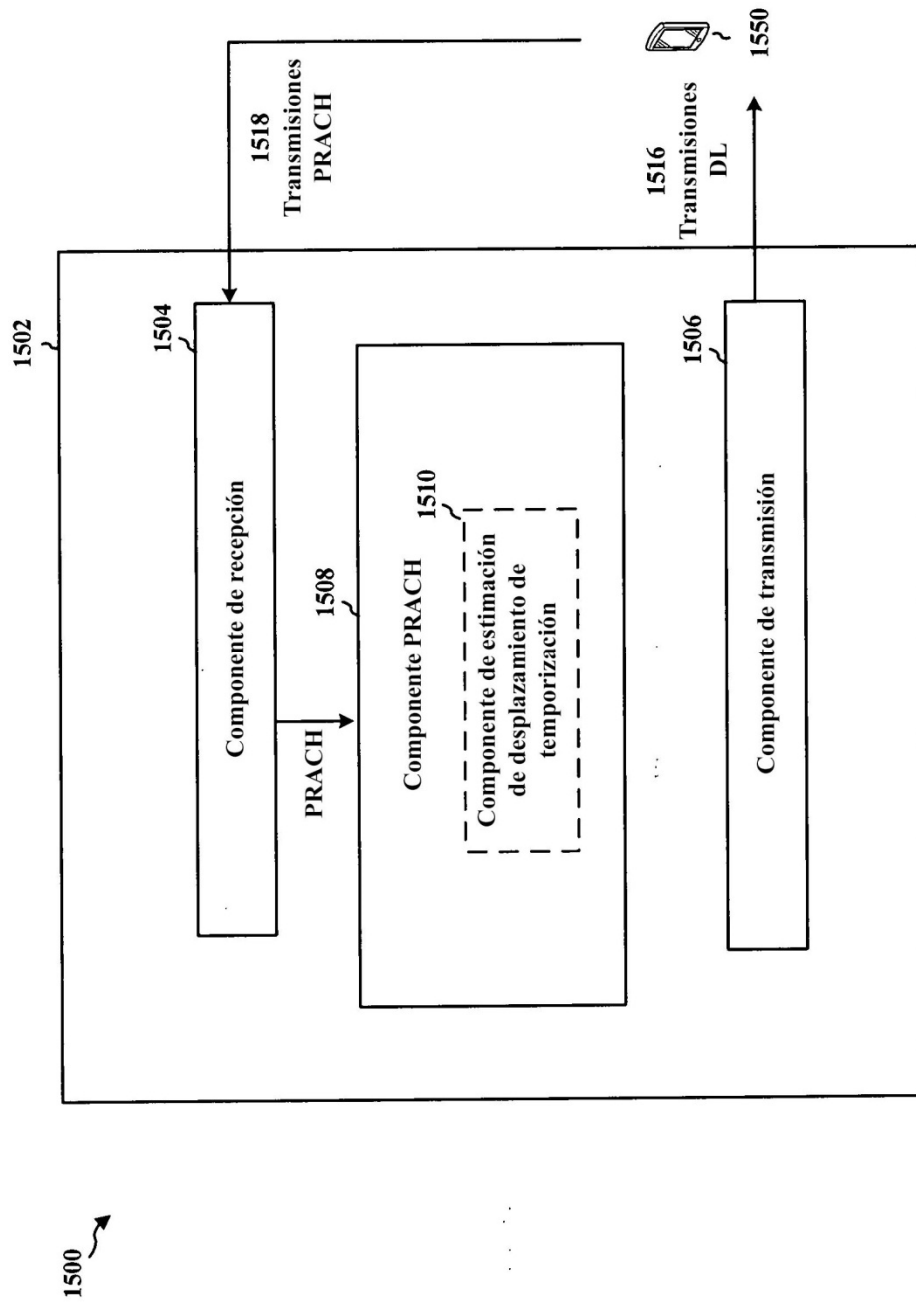


FIG. 15

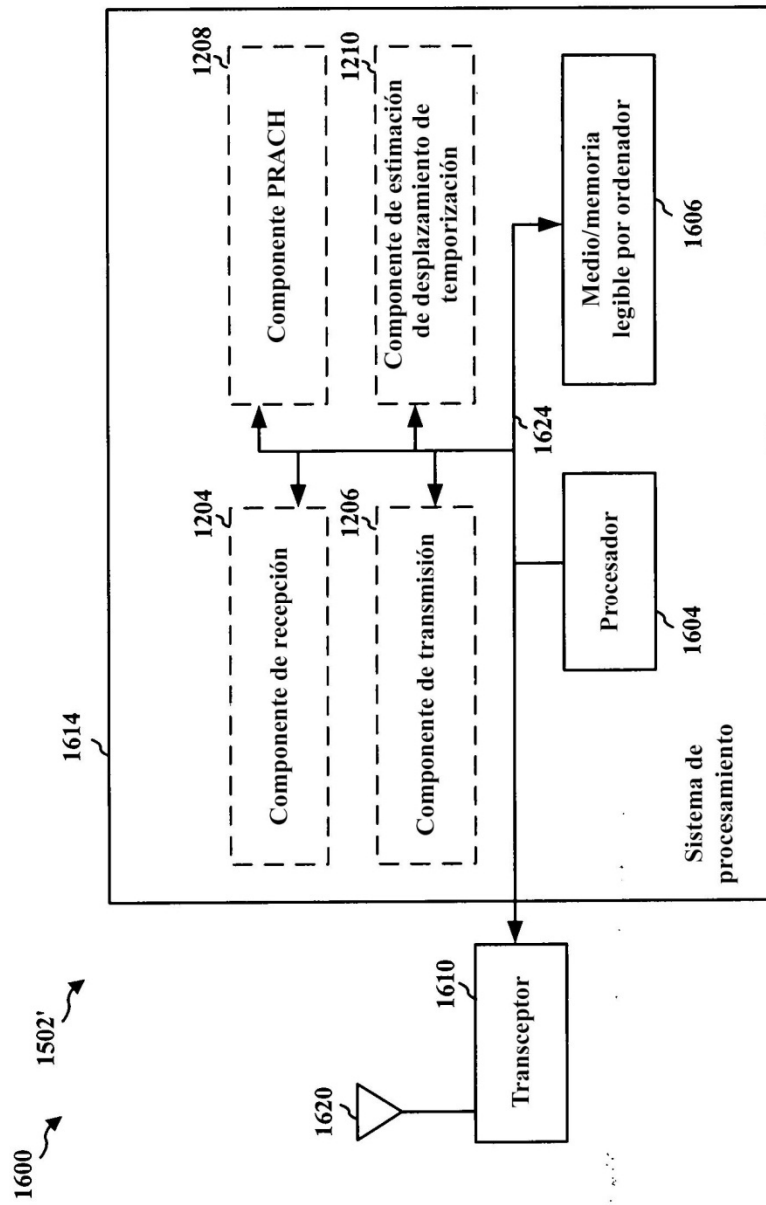


FIG. 16