

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 805 276**

51 Int. Cl.:

H04W 56/00 (2009.01)

H04W 84/18 (2009.01)

H04W 4/02 (2008.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.06.2016 PCT/US2016/039590**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.02.2017 WO17019220**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.06.2016 E 16745241 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.04.2020 EP 3329726**

54 Título: **Sincronización para posicionamiento de dispositivo a dispositivo en redes inalámbricas**

30 Prioridad:

28.07.2015 US 201514811678

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

11.02.2021

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**ABEDINI, NAVID;
PATIL, SHAILESH y
JIANG, LIBIN**

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 805 276 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sincronización para posicionamiento de dispositivo a dispositivo en redes inalámbricas

5 **ANTECEDENTES**

Campo

10 **[0001]** La presente descripción se refiere en general a sistemas de comunicación y, más en particular, a la habilitación de la sincronización entre dispositivos para proporcionar posicionamiento de dispositivo a dispositivo (D2D) en redes inalámbricas.

Antecedentes

15 **[0002]** Los sistemas de comunicación inalámbrica están ampliamente implantados 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 la comunicación con múltiples usuarios compartiendo recursos de sistema disponibles (por ejemplo, ancho de banda, potencia de transmisión). 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 múltiple se han adoptado en diversas normas de telecomunicación para proporcionar un protocolo común que permite a diferentes dispositivos inalámbricos comunicarse en un nivel municipal, nacional, regional e incluso global. Un ejemplo de norma de telecomunicación es la evolución a largo plazo (LTE). La LTE es un conjunto de mejoras de la norma móvil del sistema universal de telecomunicaciones móviles (UMTS), promulgada por el Proyecto de Colaboración de Tercera Generación (3GPP). La LTE está diseñada para admitir mejor el acceso a Internet de banda ancha móvil mejorando la eficacia espectral, reduciendo los costes, mejorando los servicios, usando un nuevo espectro e integrándose mejor con otras normas abiertas usando OFDMA en el enlace descendente (DL), SC-FDMA en el enlace ascendente (UL) y la tecnología de antenas de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO). Sin embargo, puesto que la demanda de acceso de banda ancha móvil se sigue incrementando, existe una necesidad de mejoras adicionales en la tecnología LTE. Preferentemente, estas mejoras deberían ser aplicables a otras tecnologías de acceso múltiple y a las normas de telecomunicación que emplean estas tecnologías.

35 **[0004]** El documento WO 2014/018333 A2 se refiere a procedimientos y aparatos para efectuar el control de potencia, así como la sincronización de frecuencia y temporización en una portadora componente de LTE que funciona en modo solo de UL o un modo de dispositivo a dispositivo, incluyendo una célula solo de UL en LTE, así como una nueva señal de referencia de enlace ascendente especial (SURS) de habilitación que se usa para determinar los UE que pueden aprovechar una célula solo de UL.

BREVE EXPLICACIÓN

45 **[0005]** El alcance de la invención se determina por las reivindicaciones.

50 **[0006]** En un aspecto de la divulgación, se proporcionan un procedimiento, un producto de programa informático y un aparato. Un aparato puede ser un equipo de usuario (UE). El aparato transmite un mensaje en un primer subconjunto de un conjunto de recursos, y el mensaje incluye una posición del aparato y un identificador de recurso (ID) que indica al menos un símbolo en un segundo subconjunto del conjunto de recursos para transmitir una secuencia. El aparato transmite la secuencia en el al menos un símbolo en el segundo subconjunto del conjunto de recursos identificados mediante el ID del recurso. El aparato recibe al menos una otra secuencia desde al menos un otro UE. El aparato ajusta una temporización de transmisión en base a la al menos una otra secuencia recibida, recibida desde el al menos un otro UE. El aparato transmite, en base a la temporización de transmisión ajustada, la secuencia en uno o más símbolos en un tercer subconjunto del conjunto de recursos, en el que el uno o más símbolos se identifican mediante el ID de recurso.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

60 **[0007]**

La FIG. 1 es un diagrama que ilustra un ejemplo de arquitectura de red.

65 La FIG. 2 es un diagrama que ilustra un ejemplo de red de acceso.

La FIG. 3 es un diagrama que ilustra un ejemplo de estructura de trama de DL en LTE.

La FIG. 4 es un diagrama que ilustra un ejemplo de estructura de trama de UL en LTE.

5 La FIG. 5 es un diagrama que ilustra un ejemplo de arquitectura de protocolo de radio para el plano de usuario y de control.

La FIG. 6 es un diagrama que ilustra un ejemplo de nodo B evolucionado y un equipo de usuario en una red de acceso.

10 La FIG. 7 es un diagrama de un sistema de comunicaciones de dispositivo a dispositivo.

La FIG. 8 ilustra un procedimiento para determinar una posición de dispositivo usando un posicionamiento de D2D en una red inalámbrica.

15 Las FIGS. 9A-B ilustran un procedimiento ejemplar para habilitar la sincronización entre dispositivos para realizar un posicionamiento de D2D en una red inalámbrica.

20 Las FIGS. 10-11 son diagramas 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 módulos/medios/componentes en un aparato ejemplar.

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

DESCRIPCIÓN DETALLADA

30 **[0008]** La descripción detallada expuesta a continuación en relación con los dibujos adjuntos pretende ser una descripción de diversas configuraciones y no pretende 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 con el propósito de permitir una plena comprensión de diversos conceptos. Sin embargo, resultará evidente a 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 ofuscar dichos conceptos.

35 **[0009]** A continuación, se presentarán varios aspectos de 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, módulos, componentes, circuitos, etapas, procesos, algoritmos, etc. (denominados conjuntamente "elementos"). Estos elementos se pueden implementar usando hardware electrónico, software informático o cualquier combinación de los mismos. Que dichos elementos se implementen como hardware o software depende de la aplicación en particular y de las limitaciones de diseño impuestas al sistema global.

40 **[0010]** A modo de ejemplo, un elemento, o cualquier parte de un elemento, o cualquier combinación de elementos se puede implementar con un "sistema de procesamiento" que incluye uno o más procesadores. Los ejemplos de procesadores incluyen microprocesadores, microcontroladores, procesadores de señales digitales (DSP), matrices de puertas programables *in situ* (FPGA), dispositivos de lógica programable (PLD), máquinas de estados, lógica de puertas, circuitos de hardware discretos y otro 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. Se deberá interpretar ampliamente que software significa instrucciones, conjuntos de instrucciones, código, segmentos de código, código de programa, programas, subprogramas, módulos 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 otro modo.

45 **[0011]** En consecuencia, en uno o más modos de realización ejemplares, 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, 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), una ROM de disco compacto (CD-ROM) u otro almacenamiento en disco óptico, almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, combinaciones de los tipos de medios legibles por ordenador mencionados anteriormente, o cualquier otro medio que se pueda usar

para almacenar código ejecutable por ordenador en forma de instrucciones o estructuras de datos a los que se pueda acceder mediante un ordenador.

[0012] La FIG. 1 es un diagrama que ilustra una arquitectura de red de LTE 100. La arquitectura de red de LTE 100 se puede denominar sistema de paquetes evolucionado (EPS) 100. El EPS 100 puede incluir uno o más equipos de usuario (UE) 102, una red de acceso por radio terrestre UMTS evolucionada (E-UTRAN) 104, un núcleo de paquetes evolucionado (EPC) 110 y servicios de protocolo de Internet (IP) de operador 122. El EPS se puede interconectar con otras redes de acceso pero, para simplificar, esas entidades/interfaces no se muestran. Como se muestra, el EPS proporciona servicios con conmutación de paquetes; sin embargo, como apreciarán fácilmente los expertos en la técnica, los diversos conceptos presentados a lo largo de esta divulgación se pueden extender a redes que proporcionan servicios con conmutación de circuitos.

[0013] La E-UTRAN incluye un nodo B evolucionado (eNB) 106 y otros eNB 108, y puede incluir una entidad de coordinación de multidifusión (MCE) 128. El eNB 106 proporciona terminaciones de protocolo en los planos de usuario y de control hacia el UE 102. El eNB 106 puede estar conectado a los otros eNB 108 por medio de una red de retorno (por ejemplo, una interfaz X2). La MCE 128 asigna recursos de radio de tiempo/frecuencia para el servicio de radiodifusión y multidifusión de multimedios (MBMS) evolucionado (eMBMS), y determina la configuración de radio (por ejemplo, un sistema de modulación y codificación (MCS)) para el eMBMS. La MCE 128 puede ser una entidad independiente o una parte del eNB 106. El eNB 106 también se puede denominar estación base, nodo B, 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 algún otro término adecuado. El eNB 106 proporciona un punto de acceso al EPC 110 para un UE 102. Los ejemplos de UE 102 incluyen un teléfono celular, un teléfono inteligente, un teléfono de protocolo de inicio de sesión (SIP), un ordenador portátil, un asistente personal digital (PDA), una radio por satélite, un sistema de posicionamiento global, un dispositivo de multimedios, un dispositivo de vídeo, un reproductor de audio digital (por ejemplo, un reproductor de MP3), una cámara, una consola de juegos, una tableta electrónica o cualquier otro dispositivo de funcionamiento similar. Los expertos en la materia también pueden denominar al UE 102 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 algún otro término adecuado.

[0014] El eNB 106 está conectado al EPC 110. El EPC 110 puede incluir una entidad de gestión de movilidad (MME) 112, un servidor de abonados locales (HSS) 120, otras MME 114, una pasarela de servicio 116, una pasarela de servicio de radiodifusión y multidifusión de multimedios (MBMS) 124, un centro de servicios de radiodifusión y multidifusión (BM-SC) 126 y una pasarela de red de datos en paquetes (PDN) 118. La MME 112 es el nodo de control que procesa la señalización entre el UE 102 y el EPC 110. En general, la MME 112 proporciona gestión de portadores y de conexión. Todos los paquetes de IP de usuario se transfieren a través de la pasarela de servicio 116, que está conectada a la pasarela de PDN 118. La pasarela de PDN 118 proporciona asignación de direcciones IP de UE, así como otras funciones. La pasarela de PDN 118 y el BM-SC 126 están conectados a los servicios de IP 122. Los servicios de IP 122 pueden incluir Internet, una intranet, un subsistema de multimedios de IP (IMS), un servicio de flujo continuo de PS (PSS) y/u otros servicios de IP. El BM-SC 126 puede proporcionar funciones para el suministro y la distribución de servicios de usuario de MBMS. El BM-SC 126 puede servir como punto de entrada para la transmisión MBMS de proveedor de contenidos, se puede usar para autorizar e iniciar servicios de portador de MBMS dentro de una PLMN y se puede usar para planificar y distribuir transmisiones de MBMS. La pasarela de MBMS 124 se puede usar para distribuir tráfico de MBMS a los eNB (por ejemplo, 106, 108) pertenecientes a un área de red de frecuencia única de multidifusión y radiodifusión (MBSFN) que realiza la radiodifusión de un servicio en particular, y se puede encargar de la gestión (inicio/fin) de sesiones y de la recopilación de información de tarificación relacionada con el eMBMS.

[0015] La FIG. 2 es un diagrama que ilustra un ejemplo de red de acceso 200 en una arquitectura de red de LTE. En este ejemplo, la red de acceso 200 está dividida en un número de regiones celulares (células) 202. Uno o más eNB de clase de menor potencia 208 pueden tener regiones celulares 210 que se superponen a una o más de las células 202. El eNB de clase de menor potencia 208 puede ser una femtocélula (por ejemplo, un eNB doméstico (HeNB)), una picocélula, una microcélula o un cabezal de radio remoto (RRH). Cada macro-eNB 204 está asignado a una célula 202 respectiva y está configurado para proporcionar un punto de acceso al EPC 110 para todos los UE 206 en las células 202. No hay ningún controlador centralizado en este ejemplo de red de acceso 200, pero en configuraciones alternativas se puede usar un controlador centralizado. Los eNB 204 se encargan de todas las funciones relacionadas con radio, incluyendo el control de portadores de radio, el control de admisión, el control de movilidad, la programación, la seguridad y la conectividad con la pasarela de servicio 116. Un eNB puede admitir una o múltiples (por ejemplo, tres) células (también denominadas sectores). El término "célula" se puede referir al área de cobertura más pequeña de un eNB y/o un subsistema de eNB que presta servicio a un área de cobertura en particular. Además, los términos "eNB", "estación base" y "célula" se pueden usar de manera intercambiable en el presente documento.

[0016] El sistema de modulación y acceso múltiple empleado por la red de acceso 200 puede variar dependiendo de la norma de telecomunicaciones en particular que se está implantando. En aplicaciones de LTE se usa OFDM en el DL y se usa SC-FDMA en el UL para admitir tanto el duplexado por división de frecuencia (FDD) como el duplexado por división de tiempo (TDD). Como apreciarán fácilmente los expertos en la técnica a partir de la siguiente descripción detallada, los diversos conceptos presentados en el presente documento son muy adecuados para aplicaciones de LTE. Sin embargo, estos conceptos se pueden extender fácilmente a otras normas de telecomunicación que emplean otras técnicas de modulación y de acceso múltiple. A modo de ejemplo, estos conceptos se pueden extender a los datos de evolución optimizados (EV-DO) o a la banda ancha ultramóvil (UMB). EV-DO y la UMB son normas de interfaz aérea promulgadas por el Proyecto de Colaboración de Tercera Generación 2 (3GPP2) como parte de la familia de normas CDMA2000 y emplean CDMA para proporcionar acceso a Internet de banda ancha a las estaciones móviles. Estos conceptos también se pueden extender al acceso por radio terrestre universal (UTRA), que emplea CDMA de banda ancha (W-CDMA) y otras variantes de CDMA, tales como TD-SCDMA; al sistema global para comunicaciones móviles (GSM) que emplea TDMA; y al UTRA evolucionado (E-UTRA), IEEE 802.11 (wifi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802.20 y OFDM-Flash que emplea OFDMA. Las tecnologías UTRA, E-UTRA, UMTS, LTE y GSM se describen en documentos del organismo 3GPP. Las tecnologías CDMA2000 y UMB se describen en documentos del organismo 3GPP2. La norma de comunicación inalámbrica y la tecnología de acceso múltiple concretas empleadas dependerán de la aplicación específica y de las limitaciones de diseño globales impuestas al sistema.

[0017] Los eNB 204 pueden tener múltiples antenas que admiten la tecnología de MIMO. El uso de la tecnología de MIMO permite a los eNB 204 aprovechar el dominio espacial para admitir multiplexación espacial, conformación de haz y diversidad de transmisión. La multiplexación espacial se puede usar para transmitir diferentes flujos de datos simultáneamente en la misma frecuencia. Los flujos de datos se pueden transmitir a un único UE 206 para incrementar la velocidad de transferencia de datos, o a múltiples UE 206 para incrementar la capacidad global del sistema. Esto se logra precodificando espacialmente cada flujo de datos (es decir, aplicando un escalado de una amplitud y una fase) y transmitiendo a continuación cada flujo precodificado espacialmente a través de múltiples antenas de transmisión en el DL. Los flujos de datos precodificados espacialmente llegan al (a los) UE 206 con diferentes firmas espaciales, lo que posibilita que cada UE 206 recupere el uno o más flujos de datos destinados a ese UE 206. En el UL, cada UE 206 transmite un flujo de datos precodificado espacialmente, lo que permite que el eNB 204 identifique el origen de cada flujo de datos precodificado espacialmente.

[0018] La multiplexación espacial se usa, en general, cuando las condiciones de canal son buenas. Cuando las condiciones de canal son menos favorables, se puede usar conformación de haz para enfocar la energía de transmisión en una o más direcciones. Esto se puede lograr precodificando espacialmente los datos para su transmisión a través de múltiples antenas. Para lograr una buena cobertura en los bordes de la célula, se puede usar una transmisión de conformación de haz de flujo único en combinación con diversidad de transmisión.

[0019] En la siguiente descripción detallada, se describirán diversos aspectos de una red de acceso con referencia a un sistema de MIMO que admite OFDM en el DL. La OFDM es una técnica de espectro ensanchado que modula datos a través de un número de subportadoras dentro de un símbolo de OFDM. Las subportadoras están separadas a frecuencias precisas. La separación proporciona "ortogonalidad", que posibilita que un receptor recupere los datos de las subportadoras. En el dominio del tiempo, se puede añadir un intervalo de guarda (por ejemplo, un prefijo cíclico) a cada símbolo de OFDM para hacer frente a las interferencias entre símbolos de OFDM. El UL puede usar SC-FDMA en forma de señal de OFDM ensanchada mediante DFT para compensar una elevada relación de potencia de pico a media (PAPR).

[0020] La FIG. 3 es un diagrama 300 que ilustra un ejemplo de estructura de trama de DL en LTE. Una trama (10 ms) se puede dividir en 10 subtramas de igual tamaño. Cada subtrama puede incluir dos ranuras temporales consecutivas. Se puede usar una rejilla de recursos para representar dos ranuras temporales, incluyendo cada ranura temporal un bloque de recursos. La rejilla de recursos está dividida en múltiples elementos de recurso. En LTE, para un prefijo cíclico normal, un bloque de recursos contiene 12 subportadoras consecutivas en el dominio de la frecuencia y 7 símbolos de OFDM consecutivos en el dominio del tiempo, para un total de 84 elementos de recurso. Para un prefijo cíclico extendido, un bloque de recursos contiene 12 subportadoras consecutivas en el dominio de la frecuencia y 6 símbolos de OFDM consecutivos en el dominio del tiempo, para un total de 72 elementos de recurso. Algunos de los elementos de recurso, indicados como R 302, 304, incluyen señales de referencia de DL (DL-RS). Las DL-RS incluyen RS específicas de célula (CRS) (algunas veces denominadas también RS comunes) 302 y RS específicas de UE (UE-RS) 304. Las UE-RS 304 se transmiten en los bloques de recursos con los cuales está correlacionado el correspondiente canal físico compartido de DL (PDSCH). El número de bits llevados por cada elemento de recurso depende del sistema de modulación. Por tanto, cuantos más bloques de recursos reciba un UE y cuanto más alto sea el sistema de modulación, mayor será la velocidad de transferencia de datos para el UE.

[0021] La FIG. 4 es un diagrama 400 que ilustra un ejemplo de estructura de trama de UL en LTE. Los bloques de recursos disponibles para el UL se pueden dividir en una sección de datos y en una sección de control. La sección de control puede estar formada en los dos bordes del ancho de banda del sistema y puede tener un tamaño configurable. Los bloques de recursos de la sección de control se pueden asignar a los UE para la transmisión de

información de control. La sección de datos puede incluir todos los bloques de recursos no incluidos en la sección de control. La estructura de trama de UL da como resultado la inclusión por la sección de datos de subportadoras contiguas, lo cual puede permitir que se asigne a un único UE todas las subportadoras contiguas en la sección de datos.

5

[0022] A un UE se le pueden asignar unos bloques de recursos 410a, 410b en la sección de control para transmitir información de control a un eNB. Al UE también se le pueden asignar unos bloques de recursos 420a, 420b en la sección de datos para transmitir datos al eNB. El UE puede transmitir información de control en un canal físico de control de UL (PUCCH) en los bloques de recursos asignados en la sección de control. El UE puede transmitir datos, o tanto datos como información de control, en un canal físico compartido de UL (PUSCH) en los bloques de recursos asignados en la sección de datos. Una transmisión de UL puede abarcar ambas ranuras de una subtrama y puede realizar saltos de frecuencia.

10

[0023] Se puede usar un conjunto de bloques de recursos para realizar un acceso inicial al sistema y lograr una sincronización de UL en un canal físico de acceso aleatorio (PRACH) 430. El PRACH 430 lleva una secuencia aleatoria y no puede llevar datos/señalización de UL. Cada preámbulo de acceso aleatorio ocupa un ancho de banda correspondiente a seis bloques de recursos consecutivos. La red especifica la frecuencia de inicio. Es decir, la transmisión del preámbulo de acceso aleatorio está restringida a determinados recursos de tiempo y frecuencia. No hay ningún salto de frecuencia para el PRACH. El intento de PRACH se transporta en una única subtrama (1 ms) o en una secuencia de unas subtramas contiguas, y un UE puede realizar un único intento de PRACH por trama (10 ms).

15

[0024] La FIG. 5 es un diagrama 500 que ilustra un ejemplo de arquitectura de protocolo de radio para los planos de usuario y de control en LTE. La arquitectura de protocolo de radio para el UE y el eNB se muestra con tres capas: capa 1, capa 2 y capa 3. La capa 1 (capa L1) es la capa más baja e implementa diversas funciones de procesamiento de señales de capa física. En el presente documento, la capa L1 se denominará capa física 506. La capa 2 (capa L2) 508 está encima de la capa física 506 y se encarga del enlace entre el UE y el eNB a través de la capa física 506.

25

[0025] En el plano de usuario, la capa L2 508 incluye una subcapa de control de acceso al medio (MAC) 510, una subcapa de control de radioenlace (RLC) 512 y una subcapa de protocolo de convergencia de datos por paquetes (PDCP) 514, que terminan en el eNB en el lado de red. Aunque no se muestra, el UE puede tener varias capas superiores encima de la capa L2 508, incluyendo una capa de red (por ejemplo, una capa IP) que se termina en la pasarela de PDN 118 en el lado de la red, y una capa de aplicación que termina en el otro extremo de la conexión (por ejemplo, un UE, un servidor, etc. de extremo distante).

30

35

[0026] La subcapa de PDCP 514 proporciona multiplexación entre diferentes portadores de radio y canales lógicos. La subcapa de PDCP 514 proporciona, también, compresión de cabecera para paquetes de datos de capa superior, para reducir la sobrecarga de transmisión de radio, seguridad mediante cifrado de los paquetes de datos y capacidad de traspaso entre los eNB para los UE. La subcapa de RLC 512 proporciona segmentación y reensamblado de paquetes de datos de capa superior, retransmisión de paquetes de datos perdidos y reordenamiento de paquetes de datos para compensar una recepción desordenada debido a una solicitud híbrida de repetición automática (HARQ). La subcapa de MAC 510 proporciona multiplexación entre canales lógicos y de transporte. La subcapa de MAC 510 también se encarga de asignar los diversos recursos de radio (por ejemplo, bloques de recursos) de una célula entre los UE. La subcapa de MAC 510 también se encarga de las operaciones de HARQ.

40

45

[0027] En el plano de control, la arquitectura de protocolo de radio para el UE y el eNB es sustancialmente la misma para la capa física 506 y la capa L2 508, con la excepción de que no hay ninguna función de compresión de cabecera para el plano de control. El plano de control incluye también una subcapa de control de recursos de radio (RRC) 516 en la capa 3 (capa L3). La subcapa de RRC 516 se encarga de obtener recursos de radio (es decir, portadores de radio) y de configurar las capas inferiores usando señalización de RRC entre el eNB y el UE.

50

[0028] La FIG. 6 es un diagrama de bloques de un eNB 610 en comunicación con un UE 650 en una red de acceso. En el DL, los paquetes de capa superior de la red central se proporcionan a un controlador/procesador 675. El controlador/procesador 675 implementa la funcionalidad de la capa L2. En el DL, el controlador/procesador 675 proporciona compresión de cabecera, cifrado, segmentación y reordenamiento de paquetes, multiplexación entre canales lógicos y de transporte, y asignaciones de recursos de radio al UE 650 en base a diversas métricas de prioridad. El controlador/procesador 675 también se encarga de las operaciones de HARQ, la retransmisión de paquetes perdidos y la señalización al UE 650.

55

60

[0029] El procesador de transmisión (TX) 616 implementa diversas funciones de procesamiento de señales para la capa L1 (es decir, la capa física). Las funciones de procesamiento de señales incluyen codificación y entrelazado para facilitar la corrección de errores en recepción (FEC) en el UE 650, y correlación con constelaciones de señales 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-

65

PSK), modulación de amplitud en cuadratura M-aria (M-QAM)). A continuación, los símbolos codificados y modulados se dividen en flujos paralelos. A continuación, cada flujo se correlaciona con una subportadora de OFDM, se multiplexa con una señal de referencia (por ejemplo, una señal piloto) en el dominio del tiempo y/o de la frecuencia y, a continuación, se combinan usando una transformada rápida de Fourier inversa (IFFT) para generar un canal físico que transporta un flujo de símbolos de OFDM en el dominio de tiempo. El flujo de OFDM se precodifica espacialmente para generar múltiples flujos espaciales. Las estimaciones de canal de un estimador de canal 674 se pueden usar para determinar el sistema de codificación y modulación, así como para el procesamiento espacial. La estimación de canal se puede obtener a partir de una señal de referencia y/o retroalimentación de condición de canal transmitidas por el UE 650. A continuación, cada flujo espacial se puede proporcionar a una antena 620 diferente por medio de un transmisor 618TX separado. Cada transmisor 618TX puede modular una portadora de RF con un respectivo flujo espacial para su transmisión.

[0030] En el UE 650, cada receptor 654RX recibe una señal a través de su antena 652 respectiva. Cada receptor 654RX recupera información modulada en una portadora de RF y proporciona la información al procesador de recepción (RX) 656. El procesador de RX 656 implementa diversas funciones de procesamiento de señales de la capa L1. El procesador de RX 656 puede realizar un procesamiento espacial en la información para recuperar cualquier flujo espacial destinado al UE 650. Si hay múltiples flujos espaciales destinados al UE 650, el procesador de RX 656 puede combinarlos en un único flujo de símbolos de OFDM. A continuación, el procesador de RX 656 convierte el flujo de símbolos de OFDM desde el 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 de OFDM separado para cada subportadora de la señal de OFDM. Los símbolos en cada subportadora, y la señal de referencia, se recuperan y se desmodulan determinando los puntos de constelación de señales con mayor probabilidad de ser transmitidos por el eNB 610. Estas decisiones programadas pueden estar basadas en estimaciones de canal calculadas por el estimador de canal 658. A continuación, las decisiones programadas se descodifican y desintercalan para recuperar las señales de datos y de control que el eNB 610 ha transmitido originalmente en el canal físico. A continuación, las señales de datos y de control se proporcionan al controlador/procesador 659.

[0031] El controlador/procesador 659 implementa la capa L2. El controlador/procesador puede estar asociado a una memoria 660 que almacena códigos y datos de programa. La memoria 660 se puede denominar medio legible por ordenador. En el UL, el controlador/procesador 659 proporciona desmultiplexación entre canales de transporte y lógicos, reensamblado de paquetes, descifrado, descompresión de cabecera y procesamiento de señales de control para recuperar paquetes de capa superior de la red central. A continuación, los paquetes de capa superior se proporcionan a un colector de datos 662, que representa todas las capas de protocolo por encima de la capa L2. También se pueden proporcionar diversas señales de control al colector de datos 662 para el procesamiento de L3. El controlador/procesador 659 también se encarga de la detección de errores usando un protocolo de acuse de recibo (ACK) y/o de acuse negativo de recibo (NACK) para admitir operaciones de HARQ.

[0032] En el UL, se usa una fuente de datos 667 para proporcionar paquetes de capa superior al controlador/procesador 659. La fuente de datos 667 representa todas las capas de protocolo por encima de la capa L2. De forma similar a la funcionalidad descrita en relación con la transmisión de DL por el eNB 610, el controlador/procesador 659 implementa la capa L2 para el plano de usuario y el plano de control proporcionando compresión de cabecera, cifrado, segmentación y reordenamiento de paquetes, y multiplexación entre canales lógicos y de transporte, en base a asignaciones de recursos de radio por el eNB 610. El controlador/procesador 659 también se encarga de operaciones de HARQ, retransmisión de paquetes perdidos y señalización para el eNB 610.

[0033] El procesador de TX 668 puede usar las estimaciones de canal obtenidas por un estimador de canal 658 a partir de una señal de referencia o retroalimentación transmitida por el eNB 610, para seleccionar los sistemas de codificación y modulación apropiados, y para facilitar el procesamiento espacial. Los flujos espaciales generados por el procesador de TX 668 se pueden proporcionar a diferentes antenas 652 por medio de transmisores 654TX separados. Cada transmisor 654TX puede modular una portadora de RF con un respectivo flujo espacial para su transmisión.

[0034] La transmisión de UL se procesa en el eNB 610 de forma similar a la descrita en relación con la función de recepción en el UE 650. Cada receptor 618RX recibe una señal a través de su antena 620 respectiva. Cada receptor 618RX recupera información modulada en una portadora de RF y proporciona la información a un procesador de RX 670. El procesador de RX 670 puede implementar la capa L1.

[0035] El controlador/procesador 675 implementa la capa L2. El controlador/procesador 675 puede estar asociado a una memoria 676 que almacena códigos y datos de programa. La memoria 676 se puede denominar medio legible por ordenador. En el UL, el controlador/procesador 675 proporciona desmultiplexación entre canales de transporte y lógicos, reensamblado de paquetes, descifrado, descompresión de cabecera y procesamiento de señales de control para recuperar paquetes de capa superior procedentes del UE 650. Los paquetes de capa superior del controlador/procesador 675 se pueden proporcionar a la red central. El controlador/procesador 675

también se encarga de la detección de errores usando un protocolo de ACK y/o NACK para admitir operaciones de HARQ.

5 **[0036]** La FIG. 7 es un diagrama de un sistema de comunicaciones de dispositivo a dispositivo 700. El sistema de comunicaciones de dispositivo a dispositivo 700 incluye una pluralidad de dispositivos inalámbricos 704, 706, 708, 710. El sistema de comunicaciones de dispositivo a dispositivo 700 se puede superponer a un sistema de comunicaciones celulares, tal como, por ejemplo, una red inalámbrica de área amplia (WWAN). Algunos de los dispositivos inalámbricos 704, 706, 708, 710 se pueden comunicar entre sí en comunicación de dispositivo a dispositivo (o de igual a igual) usando el espectro de WWAN de DL/UL, algunos se pueden comunicar con la estación base 702 y algunos pueden hacer ambas cosas. Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 7, los dispositivos inalámbricos 708, 710 están en comunicación de dispositivo a dispositivo y los dispositivos inalámbricos 704, 706 están en comunicación de dispositivo a dispositivo. Los dispositivos inalámbricos 704, 706 también se comunican con la estación base 702.

15 **[0037]** Los procedimientos y aparatos ejemplares analizados *infra* son aplicables a cualquiera de una variedad de sistemas de comunicaciones inalámbricas de dispositivo a dispositivo, tales como, por ejemplo, un sistema de comunicación inalámbrica de dispositivo a dispositivo basado en FlashLinQ, WiMedia, Bluetooth, ZigBee o wifi en base a la norma IEEE 802.11. Para simplificar el análisis, los procedimientos y aparatos ejemplares se analizan dentro del contexto de la LTE. Sin embargo, un experto en la técnica debería entender que los procedimientos y aparatos ejemplares son aplicables de forma más general a una variedad de otros sistemas de comunicación inalámbrica de dispositivo a dispositivo.

25 **[0038]** En redes inalámbricas, tales como una red de LTE, algunos UE pueden conocer su ubicación mientras que otros UE pueden no conocerla. Los UE que conocen su ubicación pueden determinar su ubicación usando la tecnología del sistema de posicionamiento global (GPS). En otro aspecto más, los UE pueden tener una ubicación fija que está preconfigurada. Los UE que no conocen su ubicación pueden carecer de GPS o pueden estar en un entorno interior. En algunos casos, los UE que no conocen su ubicación pueden determinar su posición usando señales recibidas desde una estación base. Sin embargo, el posicionamiento usando señalización de estación base puede ser inexacta porque puede ser difícil estimar con exactitud la distancia desde la estación base al UE debido a que se carece de una ruta directa (por ejemplo, no hay línea de visión). Así pues, el error en la estimación puede ser significativo (por ejemplo, de 50 metros o más).

35 **[0039]** En un aspecto, un UE que desconoce su ubicación puede determinar su ubicación a partir de los UE que conocen su ubicación usando posicionamiento de D2D. El posicionamiento de D2D a través de señalización de D2D se puede realizar usando técnicas tales como el tiempo de llegada (TOA) o la diferencia de tiempo de llegada (TDOA). Un UE puede determinar su posición usando el TOA/la TDOA y las posiciones conocidas de UE próximos.

40 **[0040]** El posicionamiento en una red inalámbrica plantea varios retos. Un reto es el ancho de banda. En LTE, por ejemplo, el ancho de banda máximo puede ser de 20 MHz por portadora, lo que puede limitar la exactitud de la estimación del TOA/la TDOA. La exactitud de la estimación se puede mejorar recibiendo señales de D2D desde muchos dispositivos y eligiendo buenas mediciones. Otro reto es el desplazamiento de temporización entre los UE, que puede ser de hasta unos microsegundos. El desplazamiento de temporización puede causar inexactitudes significativas en la estimación del TOA o la TDOA. Otro reto más es el consumo de energía. Si los UE tienen que estar en modo RRC_CONNECTED para realizar el posicionamiento, el posicionamiento puede consumir energía y recursos. Así pues, existe una necesidad de usar posicionamiento de D2D para permitir que los UE determinen su ubicación en el modo RRC_CONNECTED o RRC_IDLE.

50 **[0041]** La FIG. 8 ilustra un procedimiento para determinar una posición de dispositivo usando posicionamiento de D2D en una red inalámbrica 800. En referencia a la FIG. 8, una estación base 802 (por ejemplo, un eNB) puede estar asociada con una célula que incluye unos UE 804, 806, 808, 810. La célula también puede incluir otros UE que no están representados. Los UE 804, 806, 808 pueden ser un grupo de UE en el que cada uno de los UE 804, 806, 808 conoce su posición/ubicación respectiva. Los UE que conocen sus posiciones se pueden denominar UE de referencia o nodos de referencia. Así pues, los UE 804, 806, 808 se pueden denominar UE de referencia. Los UE de referencia pueden transmitir un mensaje de posicionamiento de D2D para ayudar al UE 810 a determinar una posición del UE 810.

60 **[0042]** En referencia a la FIG. 8, cada uno de los UE 804, 806, 808 puede transmitir un mensaje de posicionamiento respectivo 812, 814, 816 al UE 810 (por ejemplo, un mensaje de D2D). Cada mensaje de posicionamiento respectivo 812, 814, 816 puede indicar un tiempo en el que el mensaje de posicionamiento respectivo 812, 814, 816 se transmite junto con información de ubicación (por ejemplo, unas coordenadas x e y) de cada uno de los respectivos UE 804, 806, 808. En un caso ideal, en el que no existe un desplazamiento de sincronización entre los UE 804, 806, 808, 810, el UE 810 puede determinar un TOA para cada uno de los tres mensajes de posicionamiento 812, 814, 816 asociados con el UE 804, 806, 808, respectivamente. En base a la diferencia entre el TOA y el tiempo en que se enviaron los respectivos mensajes de posicionamiento 812, 814, 816, el UE 810 puede determinar la distancia entre cada uno de los UE 804, 806, 810 y el UE 810. Por ejemplo, \hat{d}_1 puede representar la distancia medida (por ejemplo, $\Delta t * c$) entre el UE 804 y el UE 810, \hat{d}_2 puede representar la

distancia medida entre el UE 806 y el UE 810, y \hat{d}_3 puede representar la distancia medida entre el UE 808 y el UE 810. En este ejemplo, Δt representa la diferencia entre un TOA y el momento en que se envía un mensaje de posicionamiento y c representa la velocidad de la luz.

5 **[0043]** En un aspecto, el UE 810 puede determinar su ubicación usando tres regiones circulares 818, 820, 822. Las tres regiones circulares 818, 820, 822 pueden estar basadas en las tres distancias medidas \hat{d}_1 , \hat{d}_2 , \hat{d}_3 entre los UE 804, 806, 808 y el UE 810 y en los conjuntos de coordenadas conocidas (x_1, y_1) , (x_2, y_2) y (x_3, y_3) que representan la posición de cada uno de los UE 804, 806, 808, respectivamente. Las coordenadas conocidas pueden representar el centro de la región circular, y las distancias pueden representar el radio de la región circular. El UE 810 puede determinar su posición en base al lugar de intersección de las tres regiones circulares 818, 820, 822.

15 **[0044]** En otro aspecto, el UE 804 puede estar asociado con las coordenadas conocidas (x_1, y_1) , el UE 806 puede estar asociado con las coordenadas conocidas (x_2, y_2) , el UE 808 puede estar asociado con las coordenadas conocidas (x_3, y_3) , y el UE 810 puede estar asociado con unas coordenadas desconocidas (x_4, y_4) . Usando las siguientes ecuaciones, el UE 810 puede determinar su ubicación calculando (x_4, y_4) :

$$(x_4 - x_1)^2 + (y_4 - y_1)^2 = \hat{d}_1^2 \quad (\text{Ec. 1})$$

20 $(x_4 - x_2)^2 + (y_4 - y_2)^2 = \hat{d}_2^2 \quad (\text{Ec. 2})$

$$(x_4 - x_3)^2 + (y_4 - y_3)^2 = \hat{d}_3^2 \quad (\text{Ec. 3})$$

25 **[0045]** Sin embargo, estos ejemplos no toman en consideración los desplazamientos de temporización entre los UE 804, 806, 808, 810. Pequeños desplazamientos de temporización entre unos UE pueden dar lugar a inexactitudes significativas. Por ejemplo, un desplazamiento de temporización de 100 ns entre dos UE de referencia puede dar como resultado un error de posicionamiento de 30 metros (por ejemplo, $100 \text{ ns} * 3 \times 10^8 \text{ m/s}$). Para ilustrar el problema de desplazamiento de temporización, en referencia a la FIG. 8, se va a suponer que un reloj global se puede denotar por t . El UE 804 puede estar configurado para transmitir el mensaje de posicionamiento 812 en el tiempo t_1 , el UE 806 puede estar configurado para transmitir el mensaje de posicionamiento 814 en el tiempo t_2 , y el UE 808 puede estar configurado para transmitir el mensaje de posicionamiento 816 en el tiempo t_3 . Cada uno de los UE 804, 806, 808 puede tener un error/desplazamiento de temporización con respecto al reloj global t , de modo que el UE 804 transmite realmente en $t_1 + \epsilon_1$, el UE 806 transmite realmente en $t_2 + \epsilon_2$, y el UE 808 transmite realmente en $t_3 + \epsilon_3$. Debido a que el UE 810 puede desconocer cada uno de los desplazamientos de tiempo ϵ_1 , ϵ_2 , ϵ_3 , el UE 810 puede no determinar con exactitud las distancias medidas \hat{d}_1 , \hat{d}_2 , \hat{d}_3 entre los UE 804, 806, 808 y el UE 810. Se necesita un protocolo distribuido que permita que los UE de referencia se sincronicen con mayor exactitud entre otros UE de referencia. Un UE de referencia puede ajustar su temporización de transmisión en base a su ubicación, señales de posicionamiento detectadas desde otros UE de referencia y la ubicación de otros UE de referencia.

40 **[0046]** Las FIGS. 9A-B ilustran un procedimiento ejemplar para permitir la sincronización entre dispositivos para realizar un posicionamiento de D2D en una red inalámbrica 900. En referencia a la FIG. 9A, una estación base 902 (por ejemplo, un eNB) puede estar asociada con una célula que incluye unos UE 904, 906, 908, 910. La célula también puede incluir otros UE que no están representados. Los UE 904, 906, 908 pueden ser un grupo de UE de referencia, en el que cada uno de los UE 904, 906, 908 conoce su posición respectiva. Los UE 904, 906, 908 pueden permitir que el UE 910 determine su posición/ubicación en base a la señalización de D2D.

45 **[0047]** Para resolver el problema de la sincronización entre unos UE de referencia para el posicionamiento de D2D como se analiza previamente con respecto a la FIG. 8, los UE 904, 906, 908 pueden, en primer lugar, intentar sincronizarse. El proceso de sincronización se puede producir en múltiples fases.

50 **[0048]** La FIG. 9B ilustra un conjunto de recursos 950. La fase 1 representa un primer subconjunto del conjunto de recursos, la fase 2.1 representa un segundo subconjunto del conjunto de recursos y la fase 2.2 representa un tercer subconjunto del conjunto de recursos. En la fase 1, se representan múltiples subtramas (por ejemplo, cada columna puede representar una subtrama con subportadoras correspondientes). En las fases 2.1 y 2.2, cada columna puede representar un símbolo y todas las subportadoras correspondientes asociadas con el símbolo (por ejemplo, un símbolo de OFDM). En la fase 1, cada UE de referencia, incluyendo el UE 904, puede seleccionar una o más subtramas (por ejemplo, un recurso 960) para transmitir un mensaje, y el mensaje puede incluir información sobre la posición del UE de referencia y un identificador de recurso (ID). El ID de recurso puede identificar uno o más recursos (por ejemplo, un primer símbolo 970) con los cuales el UE de referencia (por ejemplo, el UE 904) puede transmitir una señal (por ejemplo, secuencia de posicionamiento, tal como una secuencia de Zadoff-Chu). En un aspecto, el ID de recurso puede indicar una posición relativa de uno o más recursos dentro de una subtrama. Cada UE de referencia, incluyendo el UE 904, puede transmitir $m \geq 1$ señales durante la fase 2. Por ejemplo, si $m = 2$, el UE de referencia, tal como el UE 904, puede transmitir una secuencia durante la fase 2.1 (por ejemplo, en

el primer símbolo 970) y otra secuencia durante la fase 2.2 (por ejemplo, en un segundo símbolo 980). En este ejemplo, el ID de recurso puede identificar al menos un símbolo en la fase 2.1 (por ejemplo, el segundo subconjunto del conjunto de recursos) y en la fase 2.2 (por ejemplo, el tercer subconjunto del conjunto de recursos) en el que el UE 904 transmitirá una secuencia. Si $m = 3$, el UE de referencia puede transmitir una secuencia durante las fases 2.1, 2.2 y 2.3. En este ejemplo, el ID de recurso puede identificar al menos un símbolo en las fases 2.1, 2.2 y 2.3, que puede corresponder al segundo, tercer y cuarto subconjuntos del conjunto de recursos. Si $m = n$, el UE de referencia puede transmitir una secuencia durante las fases 2.1,... 2.n.

[0049] En un aspecto, los UE de referencia pueden determinar el conjunto de recursos 950 con los cuales se van a transmitir los mensajes en base a un mensaje de recursos recibido desde la estación base 902 (el mensaje de recursos se puede recibir antes de que los UE de referencia transmitan en el conjunto de recursos 950). Es decir, la estación base 902 puede transmitir/radiodifundir, a los UE, el mensaje de recursos que indica el conjunto de recursos 950 para el posicionamiento de D2D. El mensaje de recursos de la estación base 902 puede indicar el primer subconjunto del conjunto de recursos (por ejemplo, fase 1), el segundo subconjunto del conjunto de recursos (por ejemplo, fase 2.1), el tercer subconjunto del conjunto de recursos (por ejemplo, fase 2.2), y cualquier otro número de subconjuntos del conjunto de recursos. En un aspecto, el mensaje de recursos puede indicar un tipo de secuencia que se va a usar para el posicionamiento de D2D (por ejemplo, un tipo de secuencia de Zadoff-Chu).

[0050] Al determinar el conjunto de recursos 950, los UE de referencia pueden determinar al menos un recurso (por ejemplo, una subtrama) para transmitir el mensaje en la fase 1. En un aspecto, el al menos un recurso se puede indicar en el mensaje de recursos recibido desde la estación base 902 o en otro mensaje recibido desde la estación base 902. En otro aspecto, los UE de referencia pueden determinar el al menos un recurso de forma autónoma (por ejemplo, en base a una selección aleatoria o a una detección basada en la energía (selección del recurso con la energía más baja)).

[0051] De forma similar, los UE de referencia pueden determinar al menos un símbolo del segundo subconjunto del conjunto de recursos para transmitir la secuencia en la fase 2.1 (o de cualquier subconjunto del conjunto de recursos para transmitir la secuencia). En un aspecto, el al menos un símbolo se puede indicar en el mensaje de recursos recibido desde la estación base 902 o en otro mensaje recibido desde la estación base 902. En otro aspecto, los UE de referencia pueden determinar el al menos un símbolo de forma autónoma (por ejemplo, en base a una selección aleatoria o a una detección basada en la energía (selección del símbolo con la energía más baja)).

[0052] En referencia a las FIGS. 9A y 9B, cada UE 904, 906, 908, 910 puede escuchar en la fase 1 y la fase 2.1, dependiendo de la restricción semidúplex, mensajes y secuencias de unos UE de referencia. Por ejemplo, el UE 904 puede recibir mensajes transmitidos en la fase 1 desde los UE 906, 908. El UE 906 puede recibir mensajes transmitidos en la fase 1 desde los UE 904, 908. El UE 908 puede recibir mensajes transmitidos en la fase 1 desde los UE 904, 906. En base a estos mensajes recibidos, los UE 904, 906, 908 pueden escuchar en la fase 2.1 y/o la fase 2.2 para detectar secuencias transmitidas por los otros UE de referencia. Aunque en este ejemplo hay 3 UE de referencia, se pueden utilizar diferentes números de UE de referencia para el posicionamiento de D2D.

[0053] Después de que cada UE de referencia reciba las secuencias transmitidas por otros UE de referencia, cada UE de referencia puede calcular el retraso de propagación real en base a su propia ubicación y la ubicación de los otros UE de referencia (por ejemplo, conocidos por medio de los mensajes de la fase 1). Usando el retraso de propagación real y el tiempo de llegada de la secuencia recibida, cada UE de referencia puede estimar la diferencia de tiempo entre sí mismo y otro UE de referencia. La diferencia de tiempo estimada se puede usar para ajustar la temporización de la transmisión de secuencia en una fase posterior (por ejemplo, las secuencias recibidas en la fase 2.1 se pueden usar para ajustar la temporización de las transmisiones en la fase 2.2).

[0054] Este proceso se puede explicar con un ejemplo. Se va a suponer un reloj global t como en la FIG. 8. Cada uno de los UE de referencia (por ejemplo, los UE 904, 906, 908) se puede sincronizar con el reloj global t con algún error/desplazamiento de temporización. El UE 904 puede estar configurado para transmitir una secuencia en el tiempo t_1 , el UE 906 puede estar configurado para transmitir una secuencia en el tiempo t_2 y el UE 908 puede estar configurado para transmitir una secuencia en el tiempo t_3 . Cada uno de los UE 904, 906, 908 puede tener un error/desplazamiento de temporización con respecto al reloj global t , de modo que el UE 904 transmite realmente en $t_1 + \epsilon_1$, el UE 906 transmite realmente en $t_2 + \epsilon_2$, y el UE 908 transmite realmente en $t_3 + \epsilon_3$, donde ϵ_1 , ϵ_2 , ϵ_3 , corresponden a los desplazamientos de temporización de los UE 904, 906, 908, respectivamente.

[0055] En referencia a la FIG. 9A, el UE 906 puede recibir secuencias desde el UE 904 y el UE 908. Suponiendo que el UE 904 transmita la secuencia en el tiempo $t_1 + \epsilon_1$, el UE 906 puede recibir la secuencia y determinar un retraso de propagación entre los UE 904, 906 y un tiempo de llegada de la secuencia en base al momento en que

se recibió la secuencia. El retraso de propagación se puede determinar mediante $\frac{d_1}{c}$, donde d_1 es la distancia real entre los UE 904, 906 y c es la velocidad de la luz. El UE 906 puede determinar d_1 porque el UE 906 conoce su ubicación y conoce la ubicación del UE 904 en base al mensaje recibido desde el UE 904 en la fase 1. La diferencia entre el retraso de propagación y la diferencia entre el TOA y el tiempo enviado representa la diferencia de tiempo,

$\varepsilon_2 - \varepsilon_1$, entre los UE 906, 904. De forma similar, el UE 906 puede determinar la diferencia de tiempo, $\varepsilon_2 - \varepsilon_3$, entre los UE 906, 908. El UE 906 puede determinar una diferencia de tiempo promedio, $\varepsilon_{avg,2}$, entre el UE 906 y todos los UE de referencia, usando la ecuación 4:

$$\varepsilon_{avg,2} = \frac{\sum_{j=1}^n (\varepsilon_2 - \varepsilon_j)}{n} \quad (\text{Ec. 4})$$

donde n puede corresponder al número total de UE de referencia.

[0056] Determinando una diferencia de tiempo promedio entre el UE 906 y otros UE de referencia, el UE 906 puede ajustar la temporización de transmisión de la secuencia para sincronizarse más con los otros UE de referencia. Los otros UE de referencia (por ejemplo, el UE 904, 908) pueden determinar diferencias de tiempo promedio similares $\varepsilon_{avg,1}$, $\varepsilon_{avg,3}$. Cada UE 904, 906, 908 puede ajustar su respectivo reloj (por ejemplo, $t_1 + \varepsilon_1 - \varepsilon_{avg,1}$) en base a las diferencias de tiempo promedio respectivas $\varepsilon_{avg,1}$, $\varepsilon_{avg,2}$, $\varepsilon_{avg,3}$, para aproximarse a una diferencia de tiempo sincronizada ε entre todos los UE de referencia. Dependiendo del número de secuencias que los UE de referencia van a transmitir, cada UE de referencia puede reajustar la temporización de transmisión para sincronizarse más en base a las secuencias recibidas sometidas a ajuste de tiempo. Por ejemplo, si $m = 2$, entonces cada UE de referencia puede usar la primera secuencia de otros UE de referencia para ajustar la temporización de transmisión y transmitir una segunda secuencia que permite al UE 910 determinar la posición del UE 910. Si $m = 3$, entonces cada UE de referencia puede usar las dos primeras secuencias de otros UE de referencia para ajustar y reajustar la temporización de transmisión y transmitir una tercera secuencia que permite al UE 910 determinar la posición del UE 910. Si $m = n$, entonces cada UE de referencia puede usar $n - 1$ secuencias de otros UE de referencia para ajustar y reajustar la temporización de transmisión y transmitir una enésima secuencia que permite al UE 910 determinar la posición del UE 910.

[0057] En referencia a las FIGS. 9A-B, suponiendo que $m = 2$, en la fase 2.2, el UE 910 puede recibir secuencias desde los UE 904, 906, 908 en base al desplazamiento de temporización sincronizada, ε . Por ejemplo, debido a la sincronización, el UE 904 puede transmitir la secuencia en el tiempo $t_1 + \varepsilon$, el UE 906 puede transmitir la secuencia en el tiempo $t_2 + \varepsilon$, y el UE 908 puede transmitir la secuencia en el tiempo $t_3 + \varepsilon$. Suponiendo que el UE 910 tenga un desplazamiento de temporización de ε_0 , el UE 910 puede determinar su posición en base a las siguientes ecuaciones:

$$\hat{d}_1 = \left(\varepsilon - \varepsilon_0 + \frac{d_1}{c} \right) c = d_1 + (\varepsilon - \varepsilon_0) c \quad (\text{Ec. 5})$$

$$\hat{d}_2 = \left(\varepsilon - \varepsilon_0 + \frac{d_2}{c} \right) c = d_2 + (\varepsilon - \varepsilon_0) c \quad (\text{Ec. 6})$$

$$\hat{d}_3 = \left(\varepsilon - \varepsilon_0 + \frac{d_3}{c} \right) c = d_3 + (\varepsilon - \varepsilon_0) c \quad (\text{Ec. 7})$$

donde \hat{d}_1 , \hat{d}_2 , \hat{d}_3 son las distancias medidas respectivas entre el UE 904 y el UE 910, el UE 906 y el UE 910, y el UE 908 y el UE 910. El UE 910 puede calcular los valores respectivos \hat{d}_1 , \hat{d}_2 , \hat{d}_3 determinando la diferencia entre el tiempo en que se envió y recibió cada secuencia respectiva (por ejemplo, el tiempo de llegada) y multiplicando la diferencia por c .

[0058] En base a las ecuaciones 5-7, el UE 910 puede calcular su posición (x_0, y_0) obteniendo la diferencia entre las ecuaciones 5 y 6 y obteniendo la diferencia entre las ecuaciones 6 y 7. Debido a que los términos de diferencia de temporización son los mismos, los términos de diferencia de temporización se eliminan para crear las ecuaciones 8 y 9:

$$\hat{d}_1 - \hat{d}_2 = d_1 - d_2 \quad (\text{Ec. 8})$$

$$\hat{d}_2 - \hat{d}_3 = d_2 - d_3 \quad (\text{Ec. 9})$$

donde d_1 es la distancia entre (x_1, y_1) y (x_0, y_0) , d_2 es la distancia entre (x_2, y_2) y (x_0, y_0) , y d_3 es la distancia entre (x_3, y_3) y (x_0, y_0) . Debido a que todos los valores para (x_1, y_1) , (x_2, y_2) y (x_3, y_3) se conocen, el UE 910 puede calcular (x_0, y_0) para determinar la ubicación del UE 910. Así pues, en este ejemplo, el UE 910 y otros UE con ubicaciones desconocidas pueden usar la secuencia en la fase 2.2 para estimar la ubicación. En un aspecto, el UE 910 puede determinar su posición usando señalización de D2D ya sea en modo RRC_CONNECTED o en modo RRC_IDLE.

[0059] Aunque el ejemplo mencionado anteriormente con respecto a la FIG. 9B incluye las fases 1, 2.1 y 2.2, los UE de referencia pueden tomar la determinación de usar fases adicionales (por ejemplo, fases 1, 2.1, 2.2 y 2.3). Así pues, en la fase 2.1 y 2.2, los UE de referencia pueden ajustar y reajustar la temporización de transmisión como corresponda en base a las secuencias recibidas desde otros UE de referencia.

5 **[0060]** Las FIGS. 10-11 son diagramas de flujo 1000, 1100 de un procedimiento de comunicación inalámbrica. El procedimiento puede ser realizado por un UE (por ejemplo, el UE 906, el aparato 1202/1202'). En 1002, el aparato puede recibir un mensaje de recursos desde una estación base. El mensaje de recursos puede indicar un primer subconjunto de un conjunto de recursos, un segundo subconjunto del conjunto de recursos y un tercer subconjunto del conjunto de recursos. Por ejemplo, en referencia a la FIG. 9A-B, el UE puede ser el UE 906. El UE 906 puede recibir el mensaje de recursos desde la estación base 902. El mensaje de recursos puede indicar un primer subconjunto del conjunto de recursos 950 correspondiente a la fase 1, el segundo subconjunto del conjunto de recursos 950 correspondiente a la fase 2.1 y el tercer subconjunto del conjunto de recursos 950 correspondiente a la fase 2.2. El conjunto de recursos 950 puede ser periódico.

15 **[0061]** En 1004, el UE puede recibir, desde la estación base, un mensaje de recursos que indica al menos un símbolo del segundo subconjunto del conjunto de recursos para transmitir una secuencia. Por ejemplo, en referencia a las FIGS. 9A-B, el UE 906 puede recibir, desde la estación base 902, un mensaje de recursos que indica un símbolo del segundo subconjunto del conjunto de recursos 950 para transmitir una secuencia de Zadoff-Chu. En un aspecto, el mensaje de recursos que indica el primer, segundo y tercer subconjunto del conjunto de recursos 950 y el mensaje de recursos que indica el al menos un símbolo del segundo subconjunto del conjunto de recursos para transmitir la secuencia puede ser el mismo mensaje de recursos o uno diferente. En otro aspecto, el mensaje de recursos puede indicar al menos un símbolo para transmitir una secuencia en múltiples subconjuntos del conjunto de recursos.

25 **[0062]** En 1006, el UE puede determinar al menos un recurso para transmitir un mensaje en el primer subconjunto del conjunto de recursos. Por ejemplo, en referencia a las FIGS. 9A-B, el UE 906 puede determinar al menos un recurso para transmitir un mensaje en la fase 1, que corresponde al primer subconjunto del conjunto de recursos 950. El UE 906 puede determinar el al menos un recurso de forma autónoma, tal como una selección aleatoria o una detección basada en el nivel de energía. En la detección basada en el nivel de energía, el UE 906 puede detectar un nivel de energía de uno o más recursos en el primer subconjunto del conjunto de recursos 950 y determinar uno o más recursos con la energía más baja detectada. El UE 906 puede seleccionar el (los) recurso(s) con la energía más baja detectada para transmitir el mensaje en el primer subconjunto del conjunto de recursos 950.

35 **[0063]** En 1008, el UE puede determinar el al menos un símbolo del segundo subconjunto del conjunto de recursos para transmitir la secuencia. Por ejemplo, en referencia a las FIGS. 9A-B, el UE 906 puede determinar el al menos un símbolo del segundo subconjunto del conjunto de recursos 950 para transmitir una secuencia de Zadoff-Chu. El UE 906 puede determinar el al menos un símbolo de forma autónoma, tal como una selección aleatoria o una detección basada en el nivel de energía. En la detección basada en el nivel de energía, el UE 906 puede detectar un nivel de energía de uno o más símbolos en el segundo subconjunto del conjunto de recursos 950 y determinar uno o más símbolos con la energía más baja detectada. El UE 906 puede seleccionar el (los) símbolo(s) con la energía más baja detectada para transmitir la secuencia en el segundo subconjunto del conjunto de recursos 950.

45 **[0064]** En 1010, el UE puede transmitir el mensaje en un primer subconjunto del conjunto de recursos. El mensaje puede incluir una posición del UE y un ID de recurso que indica el al menos un símbolo en el segundo subconjunto del conjunto de recursos para transmitir la secuencia. En un aspecto, el ID de recurso puede indicar al menos un símbolo en múltiples subconjuntos del conjunto de recursos para transmitir la secuencia. Por ejemplo, en referencia a las FIGS. 9A-B, el UE 906 puede transmitir el mensaje en el primer subconjunto del conjunto de recursos. El mensaje puede incluir la posición/ubicación del UE 906 y un ID de recurso que indica un símbolo del segundo subconjunto del conjunto de recursos para transmitir la secuencia de Zadoff-Chu. En un aspecto, el ID de recurso puede ser un índice usado para identificar el al menos un símbolo (por ejemplo, el ID de recurso puede indicar una posición relativa de un símbolo dentro de una subtrama).

55 **[0065]** En 1012, el UE puede recibir uno o más mensajes desde el al menos un otro UE. Cada uno del uno o más mensajes puede incluir una posición para cada uno del al menos un otro UE y un segundo ID de recurso asociado con cada una de la al menos una otra secuencia. El segundo ID de recurso puede indicar uno o más símbolos para recibir la respectiva al menos una otra secuencia en el segundo subconjunto del conjunto de recursos. En un aspecto, el segundo ID de recurso puede indicar uno o más símbolos para recibir la respectiva al menos una otra secuencia en múltiples subconjuntos del conjunto de recursos. Por ejemplo, en referencia a las FIGS. 9A-B, el UE 906 puede recibir uno o más mensajes desde los UE 904, 908. El mensaje del UE 904 puede incluir una posición del UE 904 y un segundo ID de recurso asociado con al menos una secuencia que el UE 904 va a transmitir. El mensaje del UE 908 puede incluir una posición del UE 908 y un segundo ID de recurso asociado con al menos una secuencia que el UE 908 va a transmitir. Para ambos UE 904, 908, el segundo ID de recurso en los mensajes respectivos puede indicar uno o más símbolos para recibir la respectiva al menos una secuencia en el segundo subconjunto del conjunto de recursos desde los UE 904, 908.

65 **[0066]** En 1014, el UE puede transmitir la secuencia en al menos un símbolo en el segundo subconjunto del conjunto de recursos identificados por el ID de recurso. Por ejemplo, en referencia a las FIGS. 9A-B, el UE 906

puede transmitir la secuencia (por ejemplo, una secuencia de Zadoff-Chu) en al menos un símbolo en el segundo subconjunto del conjunto de recursos identificados por el ID de recurso incluido en el mensaje transmitido en el primer subconjunto del conjunto de recursos.

5 **[0067]** El procedimiento analizado en la FIG. 10 continúa en la FIG. 11. En 1102, el UE puede recibir al menos una otra secuencia desde al menos un otro UE. Por ejemplo, en referencia a las FIGS. 9A-B, el UE 906 puede recibir una secuencia desde el UE 904 y recibir una secuencia desde el UE 908 en el segundo subconjunto del conjunto de recursos 950 (por ejemplo, en la fase 2.1).

10 **[0068]** En 1104, el UE puede ajustar una temporización de transmisión en base a la al menos una otra secuencia recibida, recibida desde el al menos un otro UE. En un aspecto, el UE puede ajustar la temporización de transmisión determinando un retraso de propagación entre el UE y el al menos un otro UE, determinando un tiempo de llegada entre el UE y el al menos un otro UE en base a la al menos una otra secuencia recibida, y determinando una diferencia de tiempo entre el UE y el al menos un otro UE en base al retraso de propagación determinado y el tiempo de llegada determinado. En otro aspecto, el UE puede ajustar la temporización de transmisión determinando además la temporización de transmisión en base a todas las diferencias de tiempo determinadas entre el UE y el al menos un otro UE. La temporización de transmisión ajustada puede permitir la sincronización de la transmisión con el al menos un otro UE. Por ejemplo, en referencia a las FIGS. 9A-B, el UE 906 puede ajustar la temporización de transmisión en base a las secuencias recibidas desde los UE 904, 908. En este ejemplo, el UE 906 ajusta la

20 temporización de transmisión determinando un retraso de propagación (por ejemplo, $\frac{d}{c}$) entre el UE 906 y los UE 904, 908 en base a unas secuencias recibidas desde los UE 904, 908, determinando un TOA entre el UE y cada uno de los UE 904, 908, y determinando una diferencia de tiempo entre el UE 906 y los UE 904, 908 (por ejemplo, $\varepsilon_2 - \varepsilon_1$, $\varepsilon_2 - \varepsilon_3$). A continuación, el UE 906 ajusta la temporización de transmisión determinando la temporización de transmisión en base a todas las diferencias de tiempo determinadas entre el UE 906 y los UE 904, 908. El UE 906

25 puede promediar todas las diferencias de tiempo determinadas para obtener $\varepsilon_{avg,2} = \frac{\sum_{j=1}^n (\varepsilon_2 - \varepsilon_j)}{n}$. El UE 906 puede ajustar el reloj restando o sumando $\varepsilon_{avg,2}$. Esta temporización de transmisión ajustada permite la sincronización de la transmisión con los UE 904, 908.

30 **[0069]** En 1106, el UE puede transmitir, en base a la temporización de transmisión ajustada, la secuencia en uno o más símbolos en el tercer subconjunto del conjunto de recursos, en el que el uno o más símbolos se pueden identificar mediante el ID de recurso. Por ejemplo, en referencia a las FIGS. 9A-B, el UE 906 puede transmitir, en base a la temporización de transmisión ajustada, la secuencia en uno o más símbolos en el tercer subconjunto del conjunto de recursos 950 (por ejemplo, en la fase 2.2), en el que el uno o más símbolos en la fase 2.2 se puede identificar mediante el ID de recurso. En un aspecto, la secuencia transmitida en la fase 2.2 puede permitir que el UE 910 determine una posición del UE 910.

40 **[0070]** En 1108, el UE puede recibir al menos una secuencia con temporización ajustada desde el al menos un otro UE. Por ejemplo, en referencia a las FIGS. 9A-B, suponiendo que el UE 904 o el UE 908 estén transmitiendo más de 2 secuencias (por ejemplo, $m > 2$), al menos la segunda secuencia recibida desde el UE 904 o el UE 908 puede ser una secuencia con temporización ajustada. Es decir, el UE 904 y/o el UE 908 pueden haber ajustado una temporización de transmisión en base a unas secuencias recibidas desde otros UE de referencia y estar ahora transmitiendo una secuencia con temporización ajustada.

45 **[0071]** En 1110, el UE puede reajustar la temporización de transmisión ajustada en base a la al menos una secuencia con temporización ajustada recibida desde el al menos un otro UE. Por ejemplo, en referencia a las FIGS. 9A-B, el UE 906 puede reajustar la temporización con transmisión ajustada en base a la al menos una secuencia con temporización ajustada recibida desde el UE 904 y el UE 908. Es decir, después de ajustar el reloj con $\varepsilon_{avg,2}$, el UE 906 puede recibir secuencias con temporización ajustada desde los UE 904, 908 y determinar un segundo retraso de propagación entre el UE 906 y los UE 904, 908 en base a las posiciones conocidas de los UE 904, 906, 908, determinar un segundo tiempo de llegada entre el UE 906 y los UE 904, 908 en base a las secuencias con temporización ajustada, determinar una segunda diferencia de tiempo entre el UE 906 y los UE 904, 908. El UE 906 puede promediar todas las segundas diferencias de tiempo para reajustar la temporización de transmisión para transmitir secuencias.

55 **[0072]** En 1112, el UE puede transmitir, en base a la temporización de transmisión reajustada, la secuencia en el uno o más símbolos en un cuarto subconjunto del conjunto de recursos. Por ejemplo, en referencia a la FIG. 9A, el UE 906 puede transmitir, en base a la temporización de transmisión reajustada, la secuencia en uno o más símbolos en un cuarto subconjunto del conjunto de recursos (por ejemplo, en la fase 2.3 que no está representada). En un aspecto, la secuencia transmitida, en base a la temporización de transmisión reajustada, puede estar más sincronizada que la secuencia transmitida en la fase 2.2. La secuencia transmitida en la fase 2.3 puede permitir que el UE 910 determine una posición del UE 910.

60

[0073] La FIG. 12 es un diagrama de flujo de datos conceptual 1200 que ilustra el flujo de datos entre diferentes módulos/medios/componentes en un aparato 1202 ejemplar. El aparato puede ser un UE. El aparato incluye un módulo de recepción 1204, un módulo de temporización 1206, un módulo de recursos 1208 y un módulo de transmisión 1210.

[0074] El módulo de transmisión 1210 puede estar configurado para transmitir un mensaje en un primer subconjunto de un conjunto de recursos. El mensaje puede incluir una posición del aparato y un ID de recurso que indica al menos un símbolo en un segundo subconjunto del conjunto de recursos para transmitir una secuencia. El módulo de transmisión 1210 puede estar configurado para transmitir la secuencia en el al menos un símbolo en el segundo subconjunto del conjunto de recursos identificados por el ID de recurso. El módulo de recepción 1204 puede estar configurado para recibir al menos una otra secuencia desde al menos un otro UE 1260. El módulo de temporización 1206 puede estar configurado para ajustar una temporización de transmisión en base a la al menos una otra secuencia recibida, recibida desde el al menos un otro UE 1260. El módulo de transmisión 1210 puede estar configurado para transmitir, en base a la temporización de transmisión ajustada, la secuencia en uno o más símbolos en un tercer subconjunto del conjunto de recursos, en el que el uno o más símbolos se identifican mediante el ID de recurso. En un aspecto, la temporización de transmisión ajustada permite la sincronización de transmisión con el al menos un otro UE 1260. En otro aspecto, la secuencia transmitida, en base a la temporización de transmisión ajustada, en el tercer subconjunto permite que un segundo UE 1270 determine una posición del segundo UE 1270. En una configuración, el módulo de recepción 1204 puede estar configurado para recibir al menos una secuencia con temporización ajustada desde el al menos un otro UE 1260. En este aspecto, el módulo de temporización 1206 puede estar configurado para reajustar la temporización con transmisión ajustada en base a la al menos una secuencia con temporización ajustada recibida desde el al menos un otro UE 1260, y el módulo de transmisión 1210 puede estar configurado para transmitir la secuencia, en base a la temporización de transmisión reajustada, en el uno o más símbolos en un cuarto subconjunto del conjunto de recursos. En otro aspecto, la secuencia transmitida, en base a la temporización de transmisión reajustada, en el cuarto subconjunto permite que el segundo UE 1270 determine una posición del segundo UE 1270. En otro aspecto, el módulo de temporización 1206 puede estar configurado para ajustar la temporización de transmisión determinando un retraso de propagación entre el aparato y el al menos un otro UE 1260, determinando un tiempo de llegada entre el aparato y el al menos un otro UE 1260 en base a la al menos una otra secuencia recibida, y determinando una diferencia de tiempo entre el aparato y el al menos un otro UE 1260 en base al retraso de propagación determinado y el tiempo de llegada determinado. En otro aspecto más, el módulo de temporización 1206 puede estar configurado para ajustar la temporización de transmisión determinando la temporización de transmisión en base a todas las diferencias de tiempo determinadas entre el aparato y el al menos un otro UE 1260. En otra configuración, el módulo de recepción 1204 puede estar configurado para recibir uno o más mensajes desde el al menos un otro UE 1260. Cada uno del uno o más mensajes puede incluir una posición para cada uno del al menos un otro UE 1260 y un segundo ID de recurso asociado con cada una de la al menos una otra secuencia. El segundo ID de recurso puede indicar uno o más símbolos para recibir la respectiva al menos una otra secuencia en el segundo subconjunto del conjunto de recursos. En otra configuración, el módulo de recepción 1204 puede estar configurado para recibir un mensaje de recursos desde una estación base 1250. El mensaje de recursos puede indicar el primer subconjunto del conjunto de recursos, el segundo subconjunto del conjunto de recursos y el tercer subconjunto del conjunto de recursos. En otra configuración, el módulo de recursos 1208 puede estar configurado para determinar al menos un recurso para transmitir el mensaje en el primer subconjunto del conjunto de recursos. En otra configuración, el módulo de recursos 1208 puede estar configurado para determinar el al menos un símbolo del segundo subconjunto del conjunto de recursos para transmitir la secuencia. En un aspecto, la determinación puede estar basada en una selección aleatoria o una detección basada en energía. En otra configuración, el módulo de recepción 1204 puede estar configurado para recibir un mensaje de recursos desde la estación base 1250 que indica el al menos un símbolo del segundo subconjunto del conjunto de recursos para transmitir la secuencia, en el que la determinación del al menos un símbolo está basada en el mensaje recibido.

[0075] El aparato puede incluir módulos adicionales que realizan cada uno de los bloques del algoritmo en los diagramas de flujo mencionados anteriormente de las FIGS. 10 y 11. Así pues, un módulo puede realizar cada bloque de los diagramas de flujo mencionados anteriormente de las FIGS. 10 y 11, y el aparato puede incluir uno o más de esos módulos. Los módulos 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 lo anterior.

[0076] La FIG. 13 es un diagrama 1300 que ilustra un ejemplo de implementación en hardware para un aparato '1202' que emplea un sistema de procesamiento 1314. El sistema de procesamiento 1314 puede estar implementado con una arquitectura de bus, representada, en general, por el bus 1324. El bus 1324 puede incluir un número cualquiera 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, incluyendo uno o más procesadores y/o módulos de hardware, representados mediante el procesador 1304, los módulos 1204, 1206, 1208, 1210 y el medio/la memoria legible por ordenador 1306. El bus 1324 también puede enlazar otros diversos circuitos, tales como fuentes de temporización, periféricos, reguladores de tensión y circuitos de gestión de potencia, que son bien conocidos en la técnica y que, por lo tanto, no se describirán en mayor detalle.

[0077] 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 comunicarse con otros diversos aparatos 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 módulo de recepción 1204. Además, el transceptor 1310 recibe información desde el sistema de procesamiento 1314, específicamente el módulo de transmisión 1210, 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 se encarga del procesamiento general, incluyendo la ejecución de software almacenado en el medio/la memoria legible por ordenador 1306. El software, cuando se ejecuta mediante el procesador 1304, hace que el sistema de procesamiento 1314 realice las diversas funciones descritas *supra* para cualquier aparato en 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 incluye además al menos uno de los módulos 1204, 1206, 1208 y 1210. Los módulos pueden ser módulos de software que se ejecutan en el procesador 1304, residentes/almacenados en el medio/la memoria legible por ordenador 1306, uno o más módulos de hardware acoplados al procesador 1304 o alguna combinación de los mismos. El sistema de procesamiento 1314 puede ser un componente del UE 650 y puede incluir la memoria 660 y/o al menos uno del procesador de TX 668, el procesador de RX 656 y el controlador/procesador 659.

[0078] En una configuración, el aparato 1202/1202' para comunicación inalámbrica incluye medios para transmitir un mensaje en un primer subconjunto de un conjunto de recursos. El mensaje puede incluir una posición del aparato y un ID de recurso que indica al menos un símbolo en un segundo subconjunto del conjunto de recursos para transmitir una secuencia. El aparato incluye medios para transmitir la secuencia en el al menos un símbolo en el segundo subconjunto del conjunto de recursos identificados mediante el ID de recurso. El aparato incluye un medio para recibir al menos una otra secuencia desde al menos un otro UE. El aparato incluye medios para ajustar una temporización de transmisión en base a la una otra secuencia recibida, recibida desde el al menos un otro UE. El aparato incluye medios para transmitir, en base a la temporización de transmisión ajustada, la secuencia en uno o más símbolos en un tercer subconjunto del conjunto de recursos, en el que el uno o más símbolos se identifican mediante el ID de recurso. En un aspecto, la temporización de transmisión ajustada permite la sincronización de transmisión con el al menos un otro UE. En otro aspecto, la secuencia transmitida, en base a la temporización de transmisión ajustada, en el tercer subconjunto permite que un segundo UE determine una posición del segundo UE. En una configuración, el aparato puede incluir medios para recibir al menos una secuencia con temporización ajustada desde al menos un otro UE. En esta configuración, el aparato puede incluir medios para reajustar la temporización de transmisión ajustada en base a la al menos una secuencia con temporización ajustada recibida desde el al menos un otro UE y medios para transmitir, en base a la temporización de transmisión reajustada, la secuencia en el uno o más símbolos en un cuarto subconjunto del conjunto de recursos. En un aspecto, la secuencia transmitida, en base a la temporización de transmisión reajustada, en el cuarto subconjunto permite que un segundo UE determine una posición del segundo UE. En otra configuración, los medios para ajustar la temporización de transmisión pueden estar configurados para determinar un retraso de propagación entre el aparato y el al menos un otro UE, para determinar un tiempo de llegada entre el aparato y el al menos un otro UE en base a la al menos una otra secuencia recibida, y para determinar una diferencia de tiempo entre el aparato y el al menos un otro UE en base al retraso de propagación determinado y el tiempo de llegada determinado. En otra configuración, los medios para ajustar la temporización de transmisión pueden estar configurados además para determinar la temporización de transmisión en base a todas las diferencias de tiempo determinadas entre el aparato y el al menos un otro UE. En otra configuración, el aparato puede incluir medios para recibir uno o más mensajes desde el al menos un otro UE. Cada uno del uno o más mensajes puede incluir una posición para cada uno del al menos un otro UE y un segundo ID de recurso asociado con cada una de la al menos una otra secuencia. El segundo ID de recurso puede indicar uno o más símbolos para recibir la respectiva al menos una otra secuencia en el segundo subconjunto del conjunto de recursos. En otra configuración, el aparato puede incluir medios para recibir un mensaje de recursos desde una estación base. El mensaje de recursos puede indicar el primer subconjunto del conjunto de recursos, el segundo subconjunto del conjunto de recursos y el tercer subconjunto del conjunto de recursos. En otra configuración, el aparato puede incluir medios para determinar al menos un recurso para transmitir el mensaje en el primer subconjunto del conjunto de recursos. En otra configuración, el aparato puede incluir medios para determinar el al menos un símbolo del segundo subconjunto del conjunto de recursos para transmitir la secuencia. En un aspecto, la determinación puede estar basada en una selección aleatoria o una detección basada en energía. En otra configuración, el aparato puede incluir medios para recibir un mensaje de recursos desde una estación base que indica el al menos un símbolo del segundo subconjunto del conjunto de recursos para transmitir la secuencia. En esta configuración, la determinación del al menos un símbolo puede estar basada en el mensaje recibido. Los medios mencionados anteriormente pueden ser uno o más de los módulos mencionados anteriormente del aparato 1202 y/o el sistema de procesamiento 1314 del aparato 1202', configurados para realizar las funciones indicadas mediante los medios mencionados anteriormente. Como se describe *supra*, el sistema de procesamiento 1314 puede incluir el procesador de TX 668, el procesador de RX 656 y el controlador/procesador 659. Así pues, en una configuración, los medios mencionados anteriormente pueden ser el procesador de TX 668, el procesador de RX 656 y el controlador/procesador 659, configurados para realizar las funciones indicadas mediante los medios mencionados anteriormente.

5 **[0079]** 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 limitadas al orden o la jerarquía específicos presentados.

10 **[0080]** La descripción previa se proporciona para permitir que cualquier experto en la técnica lleve a la práctica los diversos aspectos descritos en el presente documento. Diversas modificaciones de estos aspectos resultarán fácilmente evidentes para 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 el 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 en el sentido de "que sirve de ejemplo, caso o ilustración". Cualquier aspecto descrito en el presente documento como "ejemplar" no se ha de interpretar necesariamente como preferente o ventajoso con respecto a otros aspectos. A menos que se exprese específicamente lo contrario, el término "alguno" se refiere a uno o más. Combinaciones tales como "al menos uno de entre A, B o C", "al menos uno de entre 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 entre A, B o C", "al menos uno de entre A, B y C" y "A, B, C o cualquier combinación de los mismos" pueden ser solo A, solo B, solo C, 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. Además, nada de lo divulgado en el presente documento pretende estar destinado al público, independientemente de si dicha divulgación se menciona explícitamente en las reivindicaciones. Ningún elemento de reivindicación se ha de interpretar como medios más función a menos que el elemento se mencione expresamente usando la frase "medios para".

25

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para comunicación inalámbrica mediante un equipo de usuario, UE, de referencia (904), que comprende:
- 5 transmitir un mensaje en un primer subconjunto de un conjunto de recursos (950), comprendiendo el mensaje la posición del UE de referencia (904) y un identificador de recurso, ID, que indica al menos un símbolo en un segundo subconjunto del conjunto de recursos (950) para transmitir una secuencia;
- 10 transmitir la secuencia en el al menos un símbolo en el segundo subconjunto del conjunto de recursos identificados por el ID de recurso;
- recibir al menos una otra secuencia desde al menos un otro UE de referencia (906, 908);
- 15 ajustar una temporización de transmisión en base al tiempo de llegada de la al menos una otra secuencia recibida desde el al menos un otro UE de referencia (906, 908) y a la posición del UE de referencia (904) y la posición del al menos un otro UE de referencia (906, 908); y
- 20 transmitir, en base a la temporización de transmisión ajustada, la secuencia en uno o más símbolos en un tercer subconjunto del conjunto de recursos (950), en el que el uno o más símbolos se identifican mediante el ID de recurso.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la temporización de transmisión ajustada permite la sincronización de transmisión con el al menos un otro UE de referencia (906, 908).
- 25 3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la secuencia transmitida, en base a la temporización de transmisión ajustada, en el tercer subconjunto permite que un segundo UE (910) determine la posición del segundo UE (910).
- 30 4. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además:
- recibir al menos una secuencia con temporización ajustada desde el al menos un otro UE de referencia (906, 908); y
- 35 reajustar la temporización de transmisión ajustada en base a la al menos una secuencia con temporización ajustada recibida desde el al menos un otro UE de referencia (906, 908); y
- transmitir, en base a la temporización de transmisión reajustada, la secuencia en el uno o más símbolos en un cuarto subconjunto del conjunto de recursos (950).
- 40 5. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el ajuste de la temporización de transmisión comprende además:
- 45 determinar un retraso de propagación entre el UE de referencia (904) y el al menos un otro UE de referencia (906, 908); y
- determinar una diferencia de tiempo entre el UE de referencia (904) y el al menos un otro UE de referencia (906, 908) en base al retraso de propagación determinado y el tiempo de llegada de la al menos una otra secuencia recibida.
- 50 6. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además recibir uno o más mensajes desde el al menos un otro UE de referencia (906, 908), comprendiendo cada uno del uno o más mensajes la posición para cada uno del al menos un otro UE de referencia (906, 908) y un segundo ID de recurso asociado con cada una de la al menos una otra secuencia, indicando el segundo ID de recurso uno o más símbolos para recibir la respectiva al menos una otra secuencia en el segundo subconjunto del conjunto de recursos (950).
- 55 7. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además recibir un mensaje de recursos desde una estación base, indicando el mensaje de recursos el primer subconjunto del conjunto de recursos (950), el segundo subconjunto del conjunto de recursos (950) y el tercer subconjunto del conjunto de recursos (950).
- 60 8. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además determinar al menos un recurso para transmitir el mensaje en el primer subconjunto del conjunto de recursos (950).
9. Un equipo de usuario, UE, de referencia (904) para comunicación inalámbrica, que comprende:
- 65

- 5 medios para transmitir un mensaje en un primer subconjunto de un conjunto de recursos (950), comprendiendo el mensaje la posición del UE de referencia (904) y un identificador de recurso, ID, que indica al menos un símbolo en un segundo subconjunto del conjunto de recursos (950) para transmitir una secuencia;
- medios para transmitir la secuencia en el al menos un símbolo en el segundo subconjunto del conjunto de recursos (950) identificados por el ID de recurso;
- 10 medios para recibir al menos una otra secuencia desde al menos un otro UE de referencia (906, 908);
- medios para ajustar una temporización de transmisión en base al tiempo de llegada de la al menos una otra secuencia recibida desde el al menos un otro UE de referencia (906, 908) y a la posición del UE de referencia (904) y la posición del al menos un otro UE de referencia (906, 908); y
- 15 medios para transmitir, en base a la temporización de transmisión ajustada, la secuencia en uno o más símbolos en un tercer subconjunto del conjunto de recursos (950), en el que el uno o más símbolos se identifica mediante el ID de recurso.
- 20 **10.** El UE de referencia (904) de la reivindicación 9, que comprende además:
- medios para recibir al menos una secuencia con temporización ajustada desde el al menos un otro UE de referencia (906, 908); y
- 25 medios para reajustar la temporización de transmisión ajustada en base a la al menos una secuencia con temporización ajustada recibida desde el al menos un otro UE de referencia (906, 908); y
- medios para transmitir, en base a la temporización de transmisión reajustada, la secuencia en el uno o más símbolos en un cuarto subconjunto del conjunto de recursos.
- 30 **11.** El UE de referencia (904) de la reivindicación 9, que comprende además medios para recibir uno o más mensajes desde el al menos un otro UE de referencia (906, 908), comprendiendo cada uno del uno o más mensajes la posición para cada uno del al menos uno otro UE de referencia (906, 908) y un segundo ID de recurso asociado con cada una de la al menos una otra secuencia, indicando el segundo ID de recurso uno o más símbolos para recibir la respectiva al menos una otra secuencia en el segundo subconjunto del conjunto de recursos (950).
- 35 **12.** El UE de referencia (904) de la reivindicación 9, que comprende además medios para recibir un mensaje de recursos desde una estación base (902), indicando el mensaje de recursos el primer subconjunto del conjunto de recursos (950), el segundo subconjunto del conjunto de recursos (950) y el tercer subconjunto del conjunto de recursos (950).
- 40 **13.** El UE de referencia (904) de la reivindicación 9, que comprende además medios para determinar al menos un recurso para transmitir el mensaje en el primer subconjunto del conjunto de recursos (950).
- 45 **14.** El UE de referencia (904) de la reivindicación 9, que comprende además medios para determinar el al menos un símbolo del segundo subconjunto del conjunto de recursos (950) para transmitir la secuencia.
- 50 **15.** Un programa informático que comprende código que, cuando se ejecuta mediante un ordenador, hace que el ordenador realice un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1-8.

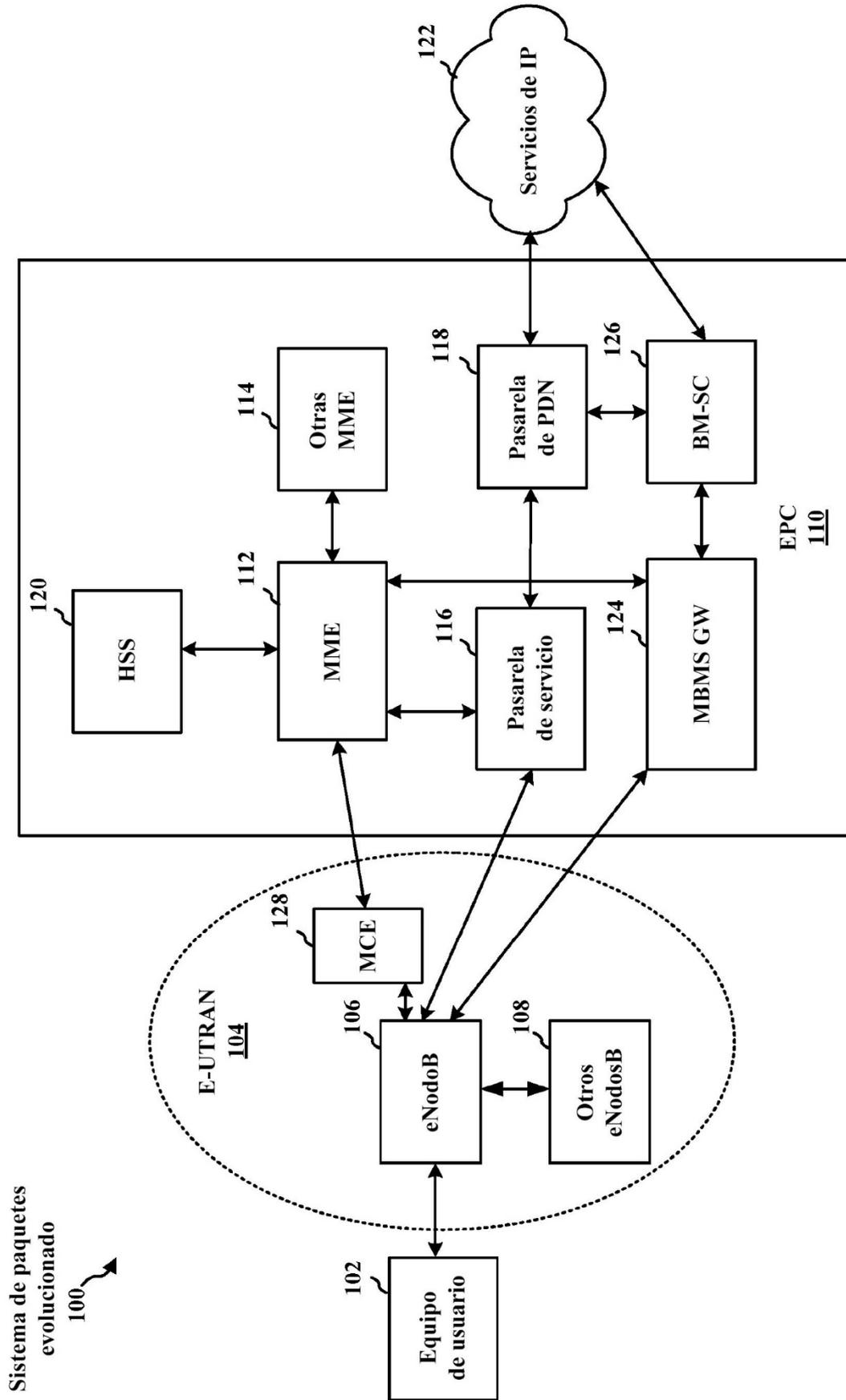


FIG. 1

Sistema de paquetes evolucionado 100

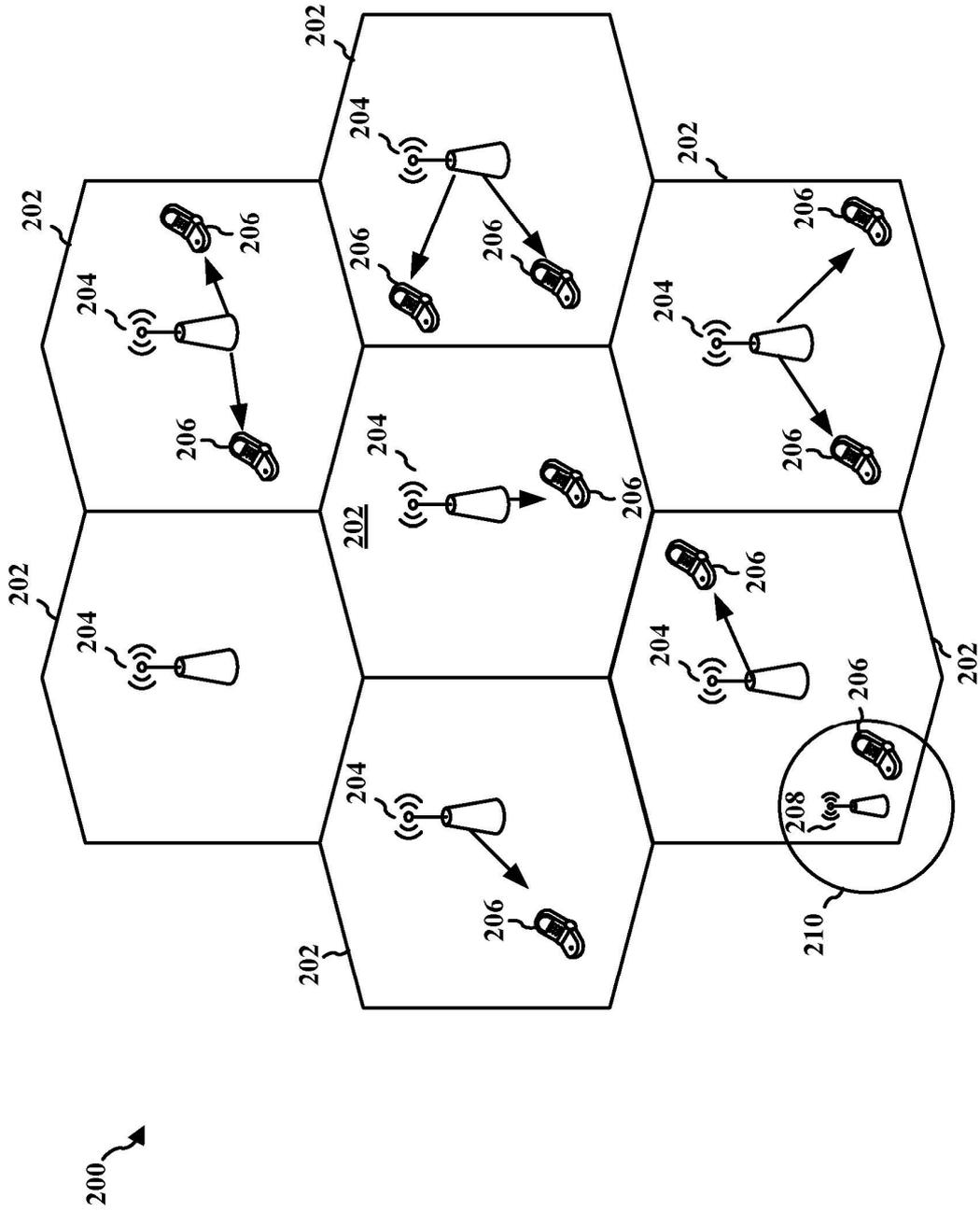


FIG. 2

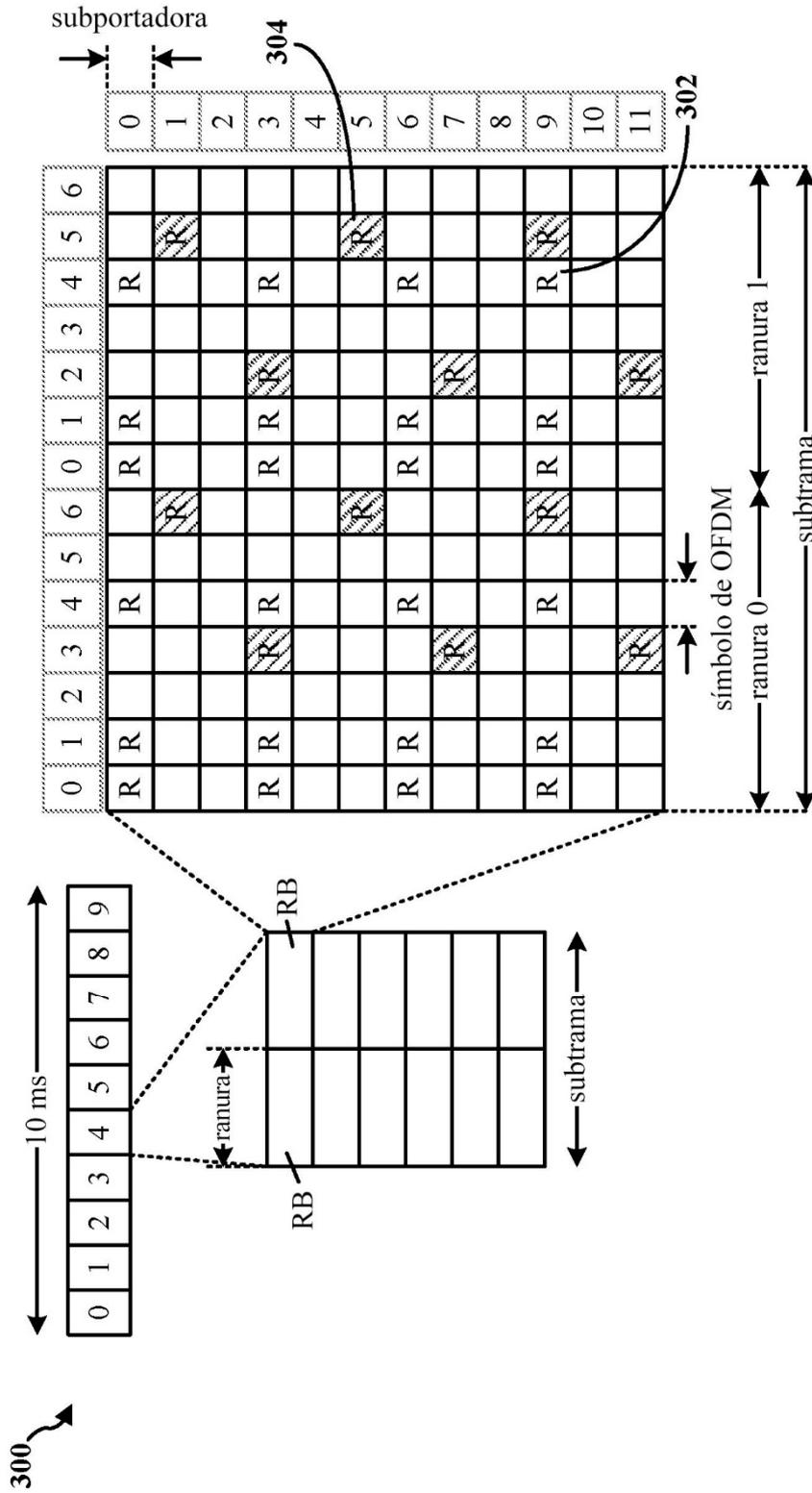


FIG. 3

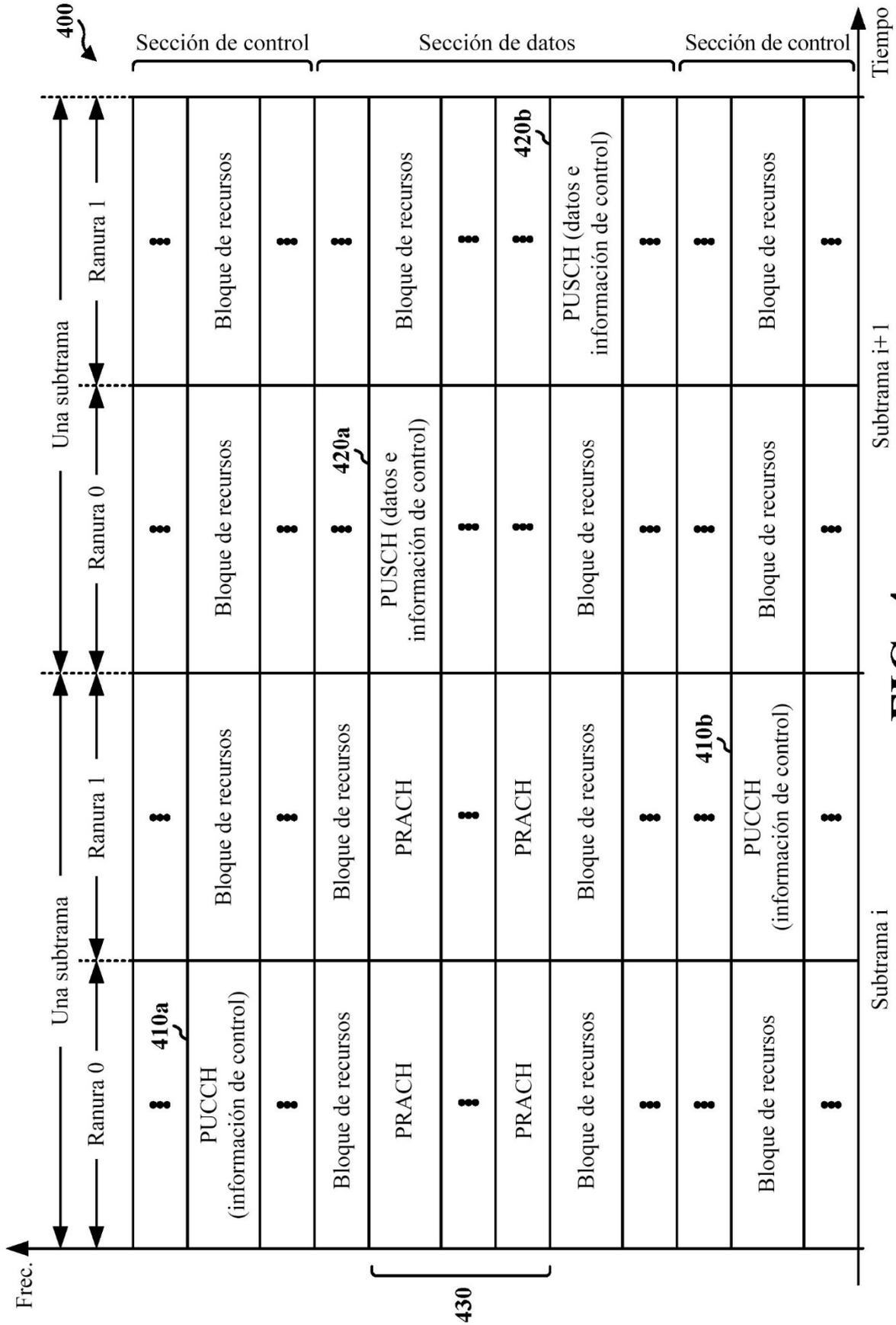


FIG. 4

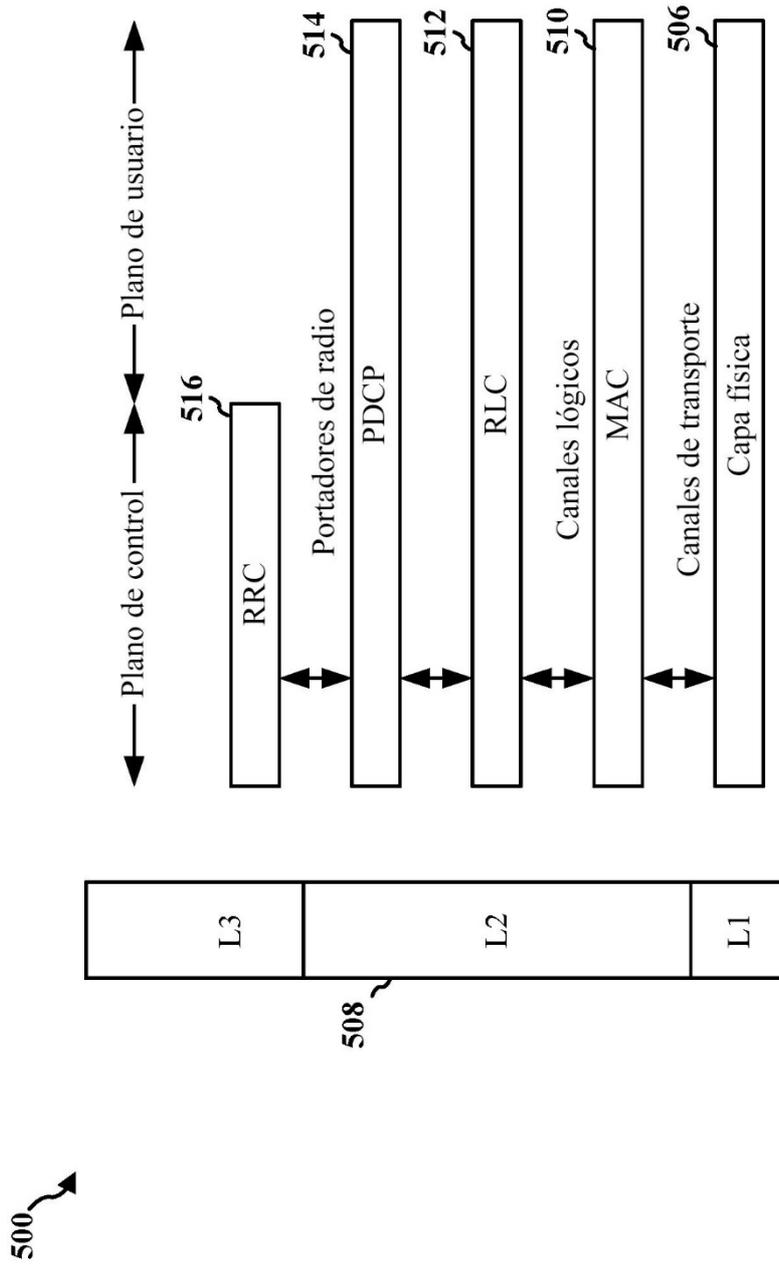


FIG. 5

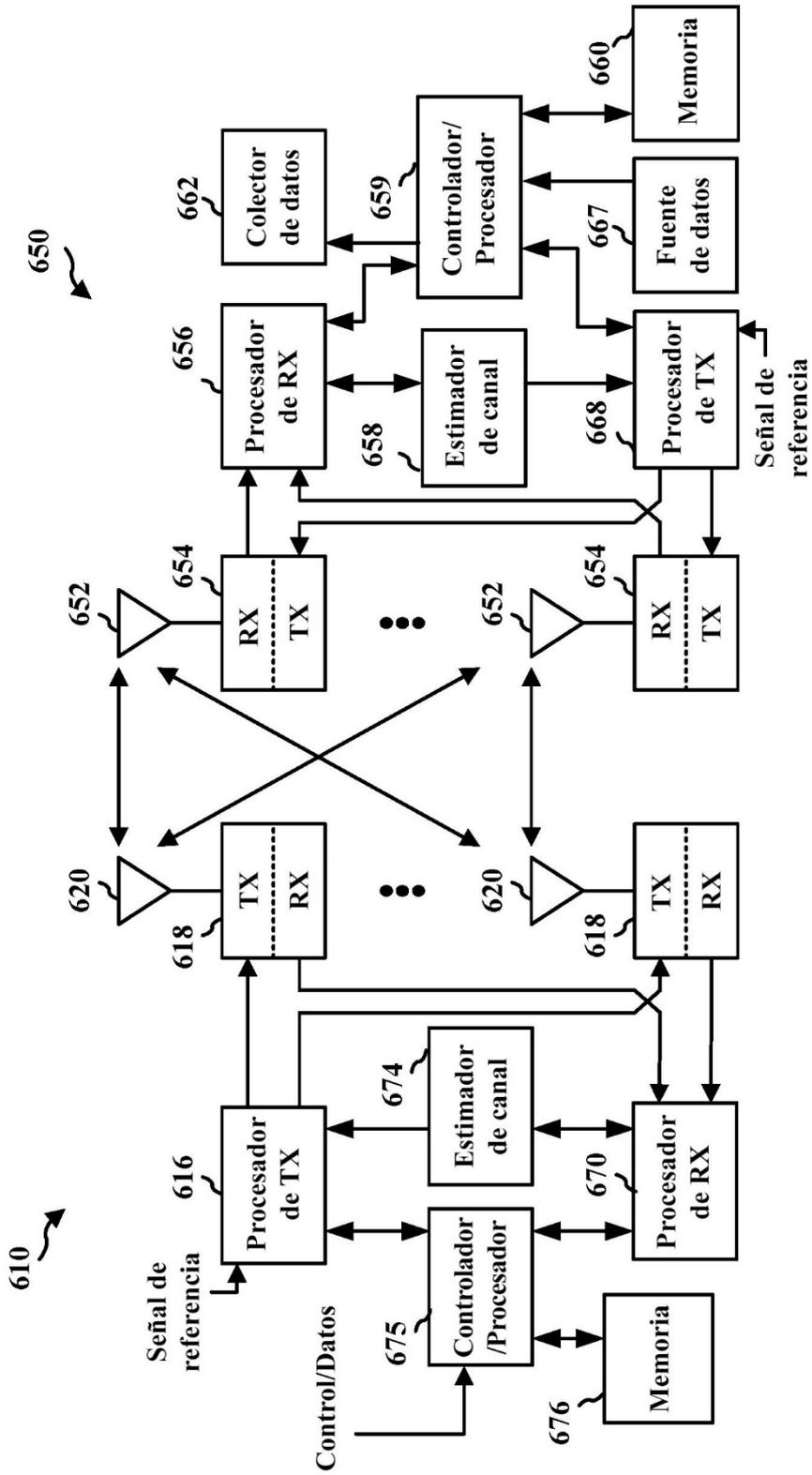
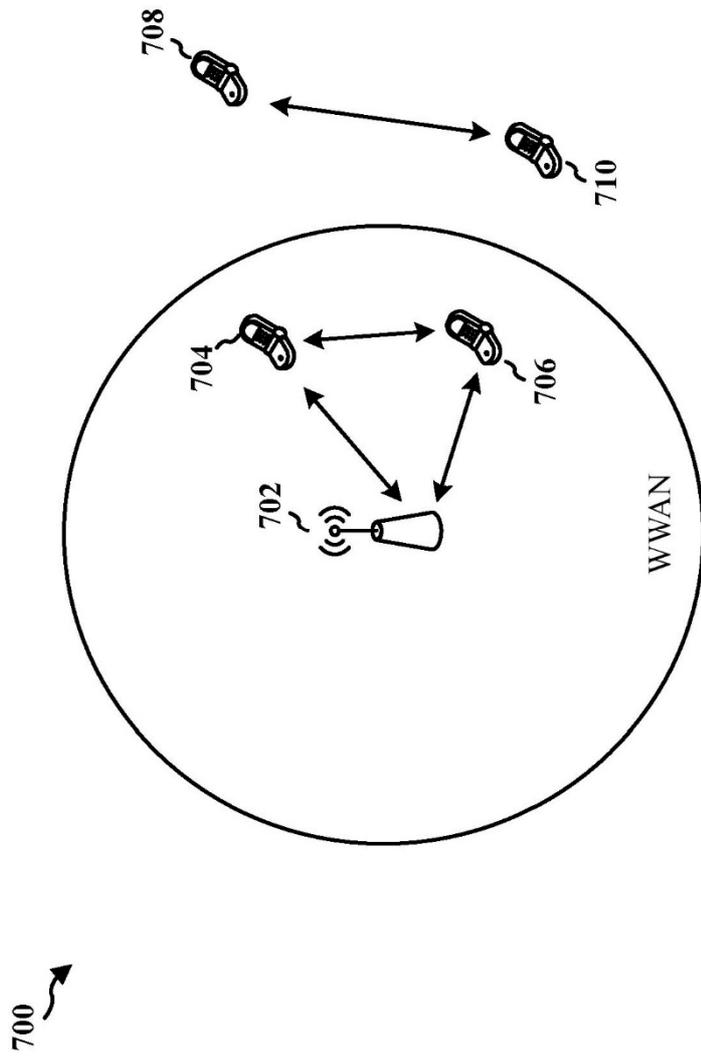


FIG. 6



Sistema de comunicaciones de dispositivo a dispositivo

FIG. 7

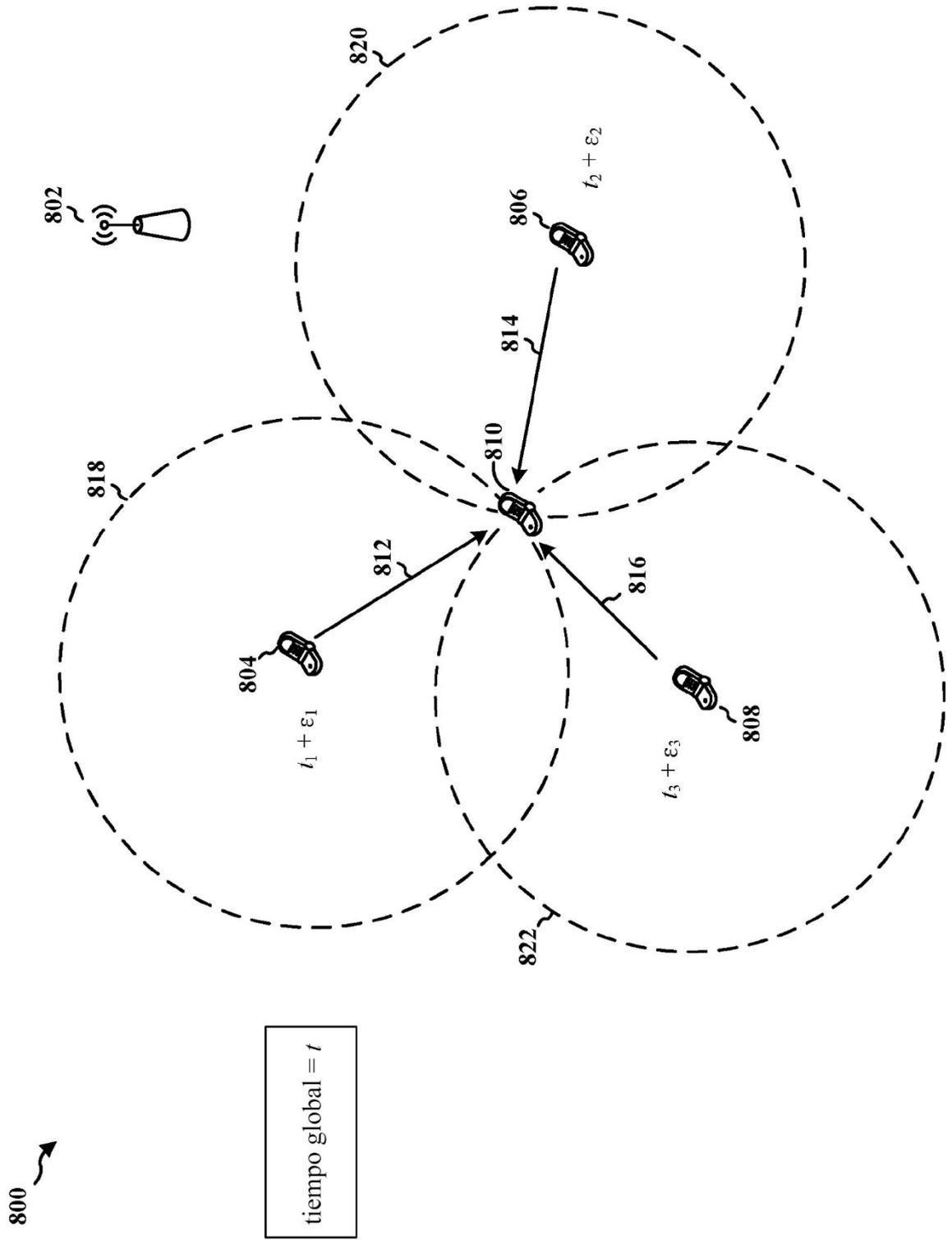
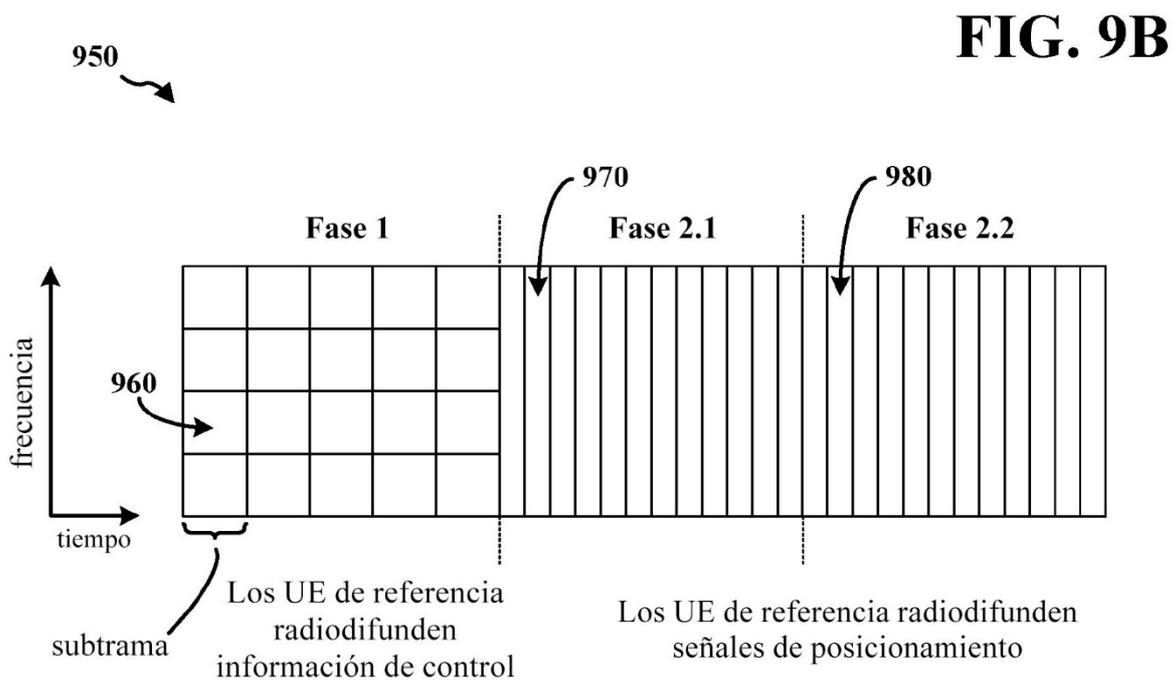
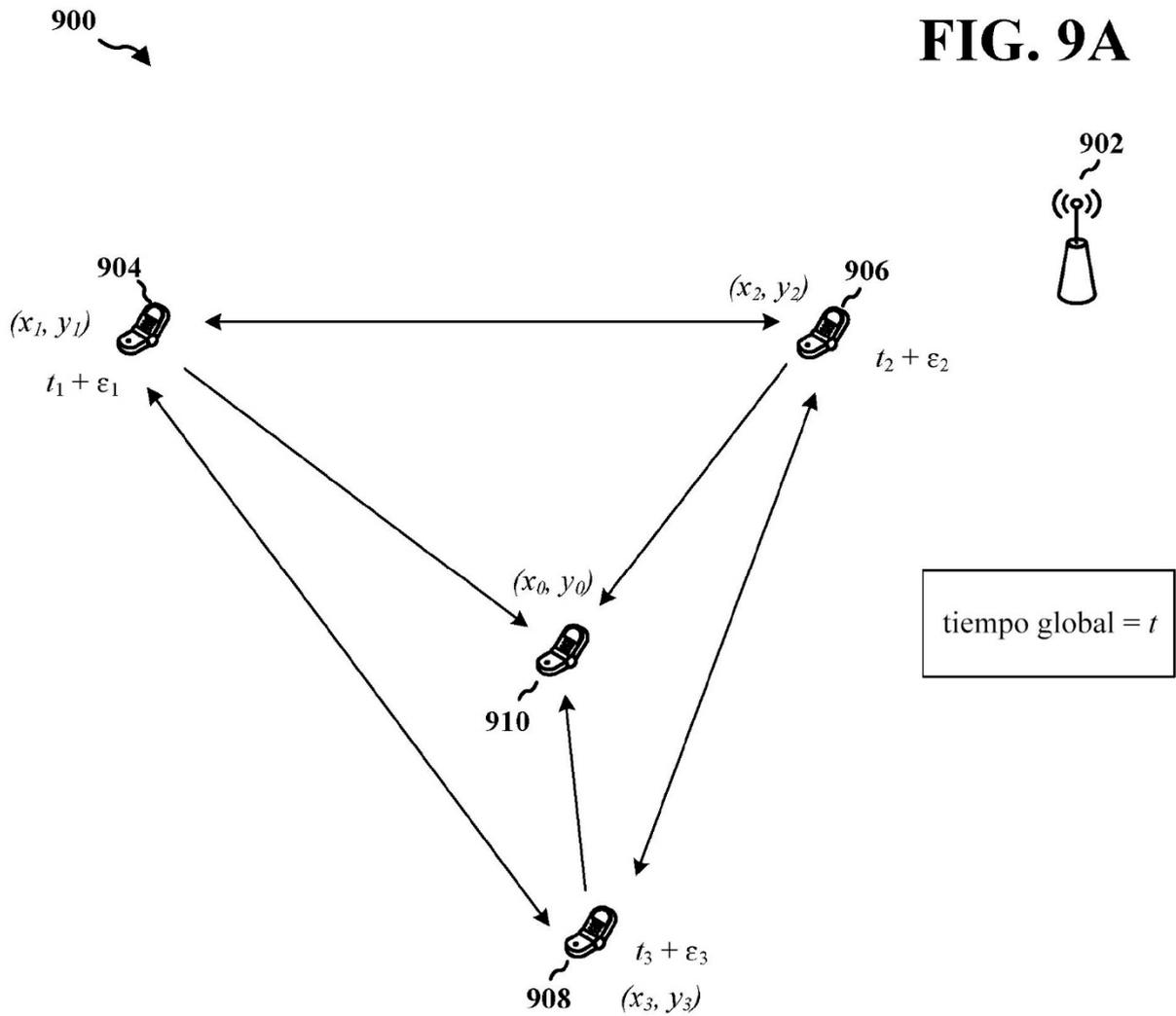


FIG. 8



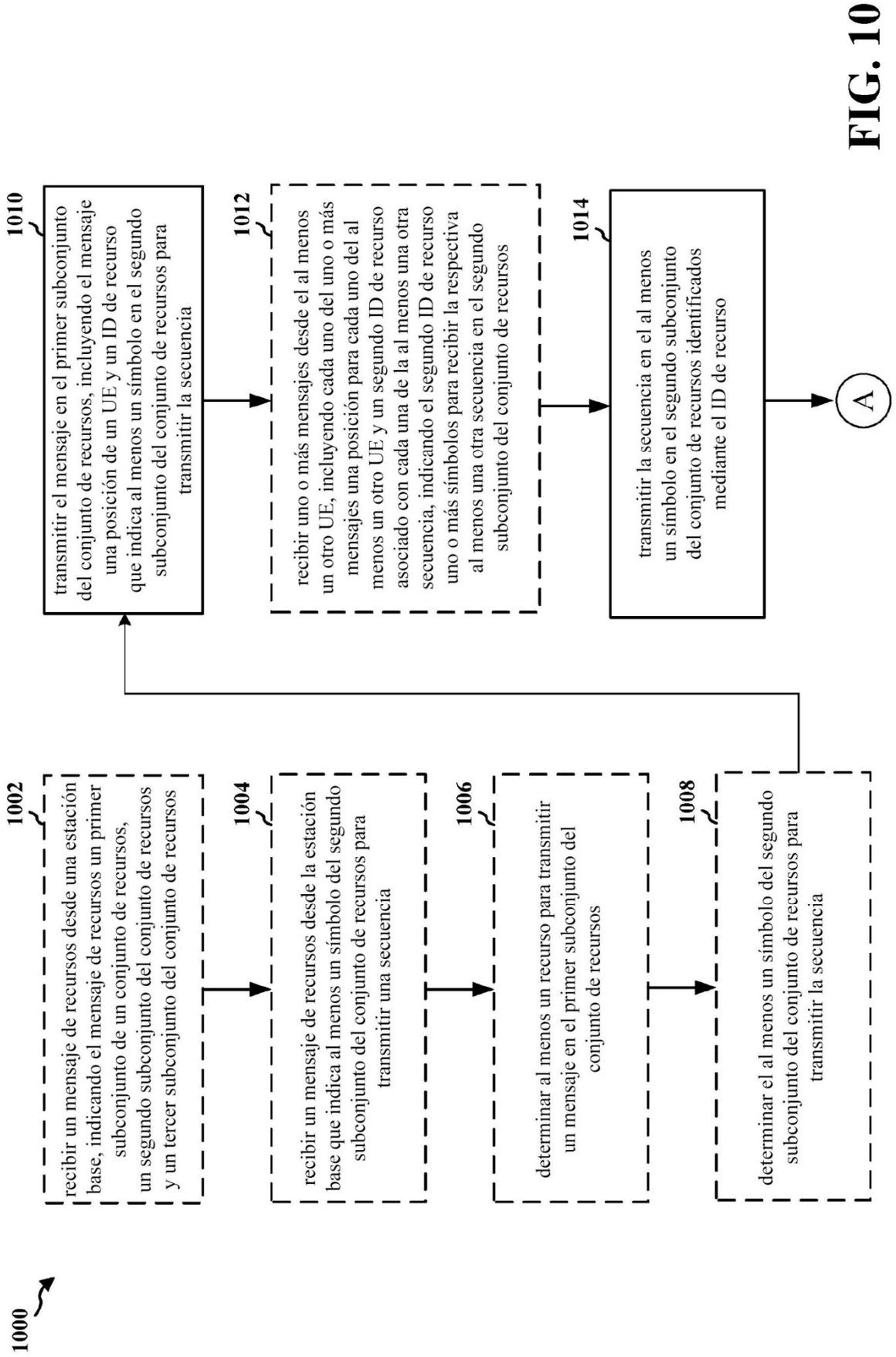


FIG. 10

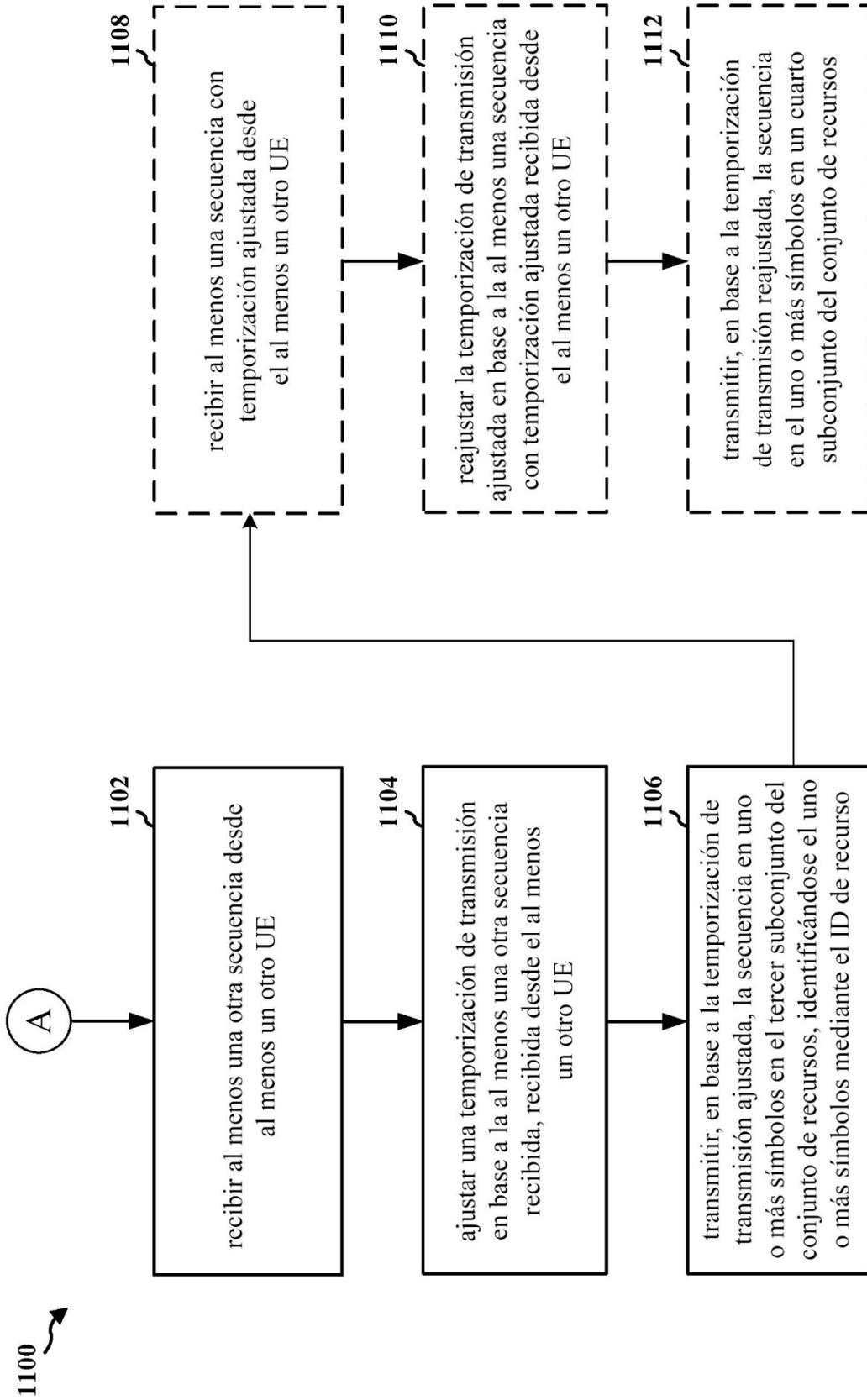


FIG. 11

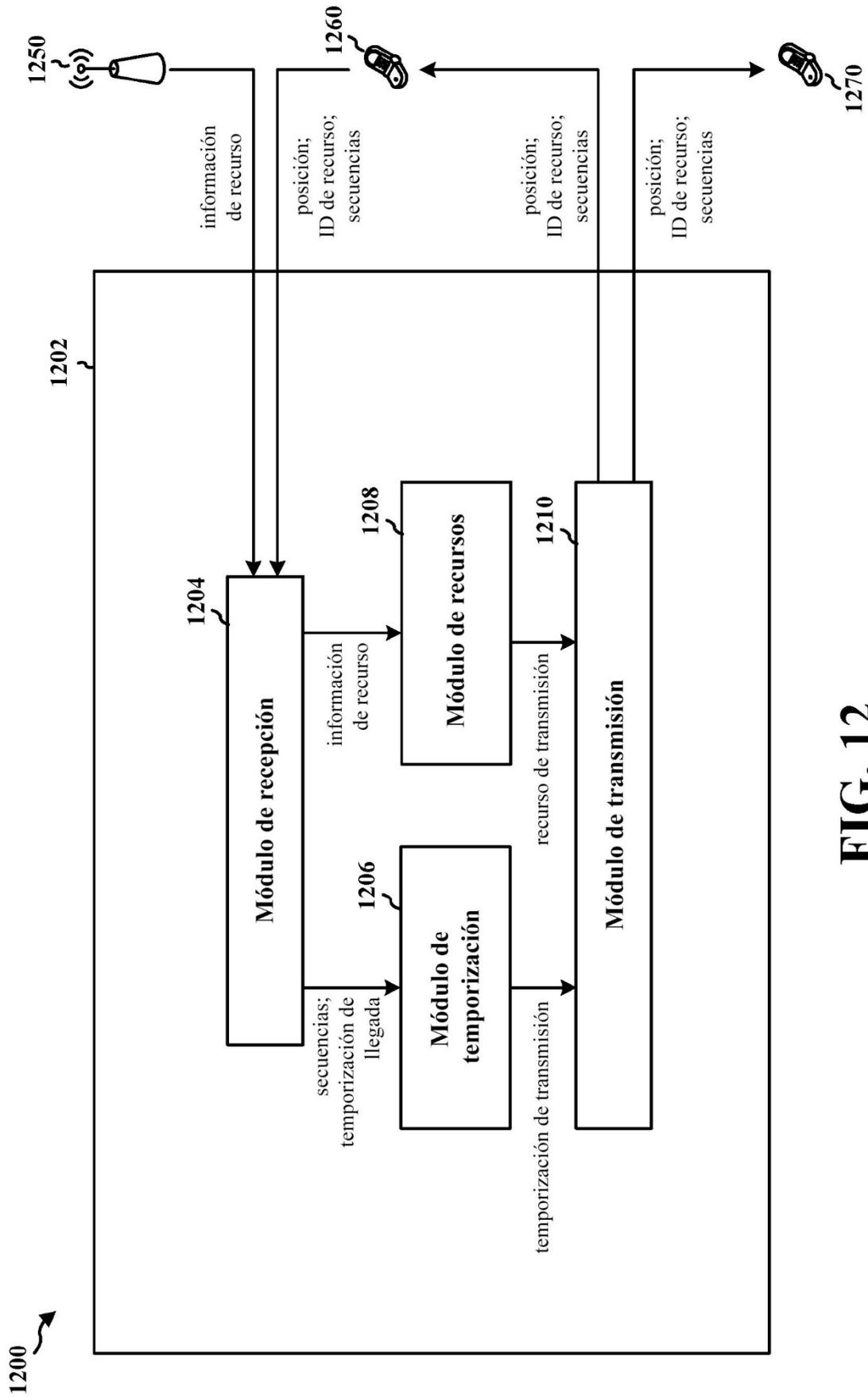


FIG. 12

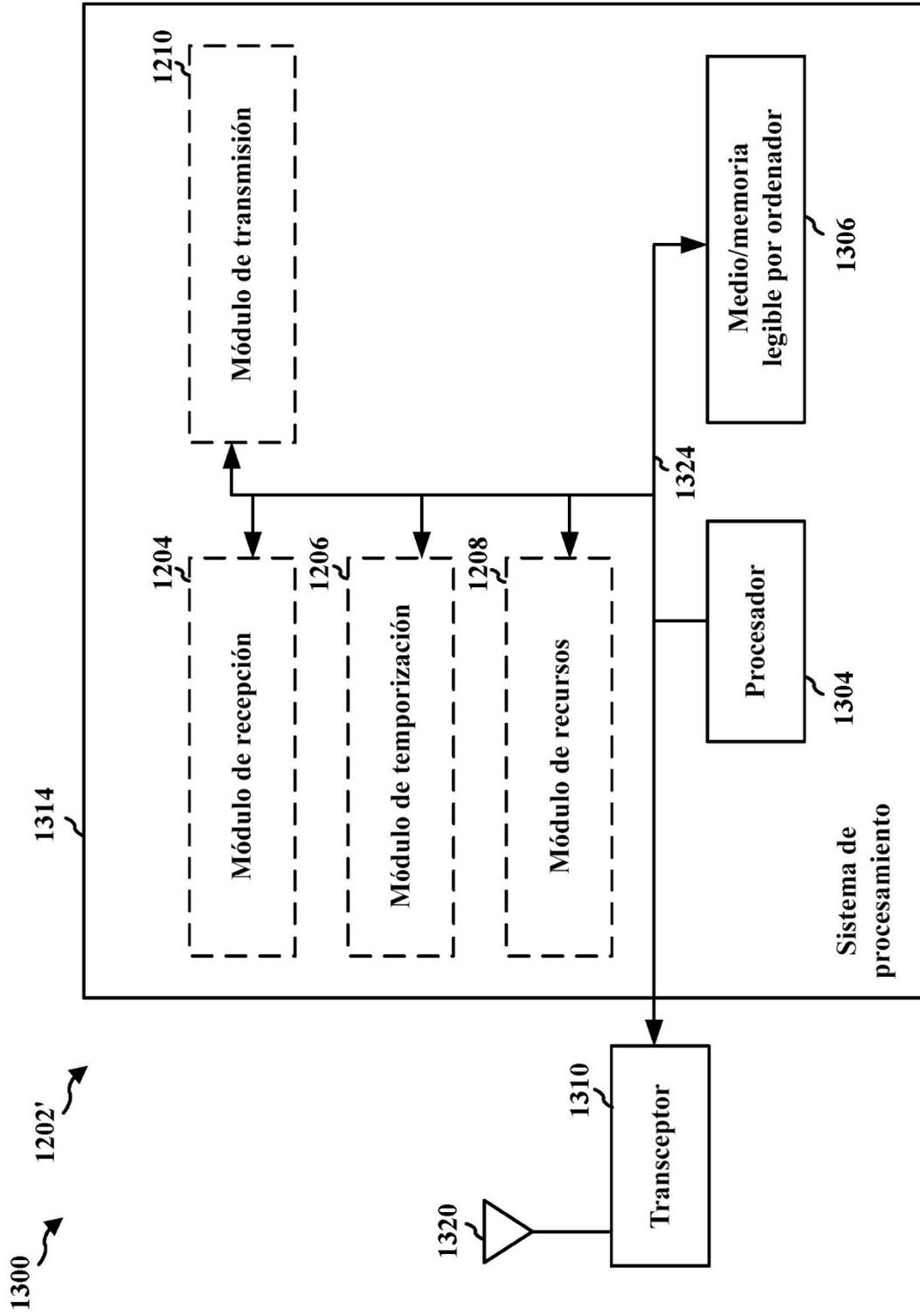


FIG. 13