

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 793 949**

51 Int. Cl.:

H04W 36/00 (2009.01)

H04B 7/06 (2006.01)

H04W 36/06 (2009.01)

H04W 36/08 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.06.2015 PCT/US2015/035388**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.01.2016 WO16003624**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.06.2015 E 15733571 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.02.2020 EP 3162117**

54 Título: **Traspaso con acondicionamiento de haz de antena integrada en redes inalámbricas**

30 Prioridad:

30.06.2014 US 201414320322

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

17.11.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**HAMPEL, KARL GEORG;
LI, JUNYI y
PARK, VINCENT DOUGLAS**

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 793 949 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

Traspaso con acondicionamiento de haz de antena integrada en redes inalámbricas

5 **Campo**

[0001] La presente divulgación se refiere, en general, a sistemas de comunicación y, más en particular, a permitir el traspaso rápido para tecnologías de acceso que utilizan pares de haces de antena estrechos y específicos de enlace.

10 **Antecedentes**

[0002] Los sistemas de comunicación inalámbrica están ampliamente implantados para proporcionar diversos servicios de telecomunicación, tales como telefonía, vídeo, datos, mensajería y radiodifusión. Sistemas de comunicación inalámbrica típicos pueden emplear tecnologías de acceso múltiple que pueden admitir comunicación con múltiples usuarios compartiendo recursos de sistema disponibles (por ejemplo, ancho de banda, potencia de transmisión). 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 única portadora (SC-FDMA) y sistemas de acceso múltiple por división de código síncrono y división de tiempo (TD-SCDMA).

[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 a nivel municipal, nacional, regional e incluso global. Un ejemplo de norma de telecomunicación emergente es la Evolución a Largo Plazo (LTE). 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). LTE está diseñada para prestar mejor soporte al acceso a Internet de banda ancha móvil mejorando la eficacia espectral, reduciendo los costes, mejorando los servicios, utilizando un nuevo espectro e integrándose mejor con otras normas abiertas que usan 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 sigue aumentando, 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.

[0004] Las tecnologías de acceso inalámbrico en el rango de onda milimétrica (mmW) requieren que se comuniquen haces de antena estrechos y específicos de trayecto (por ejemplo, haces en pincel) entre los puntos de extremo para superar la alta pérdida de propagación y reducir la diversidad de trayectos múltiples. Debido a una longitud de onda corta y un margen de enlace limitado en la onda milimétrica, un canal inalámbrico se vuelve sensible a los efectos del ensombrecimiento. Dichos efectos del ensombrecimiento se pueden mitigar por medio de macrodiversidad. Por ejemplo, un terminal móvil que es actualmente atendido por una estación base de servicio puede ser traspasado a una estación base objetivo alternativa cuando el enlace a la estación base de servicio se deteriora. Protocolos de movilidad actuales, por ejemplo, los protocolos definidos por 3GPP o la Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet (IETF), generalmente son demasiado lentos para seguir los rápidos efectos del ensombrecimiento. Además, de acuerdo con los protocolos de movilidad actuales, cada operación de traspaso en la que participa el terminal móvil requiere que se realice una secuencia de acondicionamiento entre el terminal móvil y la estación base objetivo para crear un par de haces en pincel coincidentes, lo que se suma a un retardo de traspaso global. En consecuencia, lo que se necesita es una solución que permita un traspaso rápido en tecnologías de acceso que utilicen pares de haces de antena estrechos y específicos de enlace.

[0005] El documento US 2013/155847 A1 describe un nodo de red en una red inalámbrica para realizar un procedimiento para mejorar la fiabilidad en la comunicación inalámbrica. El documento US 2006/240827 A1 describe un aparato y un procedimiento para realizar un traspaso con una estación móvil que tiene una antena inteligente.

55 **Breve Explicación**

[0006] La invención se refiere a un procedimiento de un equipo de usuario para mantener un enlace con una red inalámbrica, un equipo de usuario y un medio legible por ordenador que almacena código ejecutable por ordenador como se establece en las reivindicaciones.

60 **Breve descripción de los dibujos**

[0007]

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

65

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

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

5 Las FIGS. 4A a 4C son diagramas que ilustran implantaciones de ejemplo de un sistema mmW usado junto con un sistema LTE.

Las FIGS. 5A y 5B son diagramas que ilustran un ejemplo de la transmisión de señales de haz conformado entre un punto de conexión y un UE.

10 La FIG. 6 es un diagrama que ilustra una arquitectura de una red de acceso mmW con conformación de haz específica de trayecto.

15 La FIG. 7 es un diagrama que ilustra una estructura de recursos de distancia.

La FIG. 8 es un diagrama que ilustra un barrido de haz de estación base y un barrido de haz de estación móvil.

20 La FIG. 9 es un diagrama que ilustra una secuencia de acondicionamiento de haz a través de diferentes ranuras de tiempo.

La FIG. 10 es un diagrama de flujo de un procedimiento para mantener un enlace con una red inalámbrica.

25 La FIG.11 es un diagrama de flujo de datos que ilustra el flujo de datos entre diferentes módulos/medios/componentes en un aparato ejemplar.

La FIG. 12 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una implementación en hardware de 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 está destinada a 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 proporcionar un entendimiento exhaustivo 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 complicar dichos conceptos.

40 **[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 particular y de las limitaciones de diseño impuestas al sistema global.

50 **[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. 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 la diversa funcionalidad descrita a lo largo de esta divulgación. Uno o más procesadores del sistema de procesamiento pueden ejecutar software. Se deberá interpretar ampliamente que software quiere decir 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, módulos ejecutables, hilos de ejecución, procedimientos, funciones, etc., independientemente de que se denominen software, firmware, middleware, microcódigo, lenguaje de descripción de hardware o de otro modo.

60 **[0011]** Por consiguiente, en uno o más modos de realización ejemplares, las funciones descritas pueden implementarse en hardware, software, firmware o en cualquier combinación de los mismos. Si se implementan en software, las funciones se pueden almacenar en, o codificar como, una o más instrucciones o código en un medio legible por ordenador. Los medios legibles por ordenador incluyen medios de almacenamiento informático. Los medios de almacenamiento pueden ser cualquier medio disponible al que se pueda acceder mediante un ordenador. A modo de ejemplo, y no de manera limitativa, dichos medios legibles por ordenador pueden comprender una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de sólo lectura (ROM), una ROM programable y borrable eléctricamente (EEPROM), una ROM en disco compacto (CD-ROM) u otro almacenamiento de disco óptico, almacenamiento de

disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que se pueda usar para llevar o almacenar código de programa deseado en forma de instrucciones o estructuras de datos y al que pueda accederse mediante un ordenador. Las combinaciones de lo anterior también se deben incluir dentro del alcance de los medios legibles por ordenador.

5 **[0012]** La FIG. 1 es un diagrama que ilustra una arquitectura de red LTE 100. La arquitectura de red 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 Evolucionada de Acceso Radioeléctrico Terrestre UMTS (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.

15 **[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 conectarse 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 Multidifusión/Radiodifusión Multimedia (MBMS) evolucionado (eMBMS), y determina la configuración de radio (por ejemplo, un esquema de modulación y codificación (MCS)) para el eMBMS. La MCE 128 puede ser una entidad independiente o parte del eNB 106. El eNB 106 también puede denominarse 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 extendidos (ESS) o con alguna otra terminología adecuada. El eNB 106 proporciona un punto de acceso al EPC 110 para un UE 102. Ejemplos de UE 102 incluyen un teléfono celular, un teléfono inteligente, un teléfono del 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 multimedia, 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 alguna otra terminología adecuada.

35 **[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 abonado local (HSS) 120, otras MME 114, una pasarela de servicio 116, una pasarela de servicio de multidifusión/radiodifusión multimedia (MBMS) 124, un centro de servicios de multidifusión/radiodifusión (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 portadoras y de conexión. Todos los paquetes IP de usuario se transfieren a través de la pasarela de servicio 116, que está conectada a la pasarela PDN 118. La pasarela PDN 118 proporciona asignación de direcciones IP de UE, así como otras funciones. La pasarela PDN 118 y el BM-SC 126 están conectados a los servicios IP 122. Los servicios IP 122 pueden incluir Internet, una intranet, un subsistema multimedia IP (IMS), un servicio de flujo continuo PS (PSS) y/u otros servicios IP. El BM-SC 126 puede proporcionar funciones para el suministro y la distribución de servicios de usuario MBMS. El BM-SC 126 puede servir como punto de entrada para la transmisión de MBMS de proveedor de contenidos, se puede usar para autorizar e iniciar servicios de portadora de MBMS dentro de una PLMN y se puede usar para planificar y distribuir transmisiones MBMS. La pasarela MBMS 124 se puede usar para distribuir tráfico MBMS a los eNB (por ejemplo, 106, 108) pertenecientes a un área de Red de Frecuencia Única de Multidifusión/Radiodifusión (MBSFN) que radiodifunde un servicio particular, y puede encargarse de la gestión (inicio/finalización) de sesiones y de la recopilación de información de tarificación relacionada con eMBMS.

50 **[0015]** En un aspecto, el UE 102 es capaz de comunicar señales por medio de la red LTE y un sistema de ondas milimétricas (mmW). Por consiguiente, el UE 102 puede comunicarse con el eNB 106 y/o los otros eNB 108 a través de un enlace LTE. Además, el UE 102 puede comunicarse con un punto de conexión (CP) o estación base (BS) 130 (capacitada para la comunicación en un sistema mmW) a través de un enlace mmW.

55 **[0016]** En otro adicional, al menos uno de los otros eNB 108 puede ser capaz de comunicar señales por medio de la red LTE y el sistema mmW. Como tal, un eNB 108 puede denominarse un eNB de LTE + mmW. En otro aspecto, el CP/la BS 130 puede ser capaz de comunicar señales por medio de la red LTE y el sistema mmW. Como tal, el CP/la BS 130 puede denominarse CP/BS de LTE + mmW. El UE 102 puede comunicarse con el otro eNB 108 a través de un enlace LTE, así como a través de un enlace mmW.

60 **[0017]** En otro aspecto más, el otro eNB 108 puede ser capaz de comunicar señales por medio de la red LTE y el sistema mmW, mientras que el CP/BS 130 es capaz de comunicar señales únicamente por medio del sistema mmW. Por consiguiente, el CP/la BS 130 incapaz de señalizar al otro eNB 108 por medio de la red LTE puede comunicarse con el otro eNB 108 a través de un enlace de retorno mmW. Las técnicas para mantener un enlace entre un UE 102 y un CP 130 en una red inalámbrica direccional, tal como el EPS 100, se analizan con más detalle a continuación.

[0018] La FIG. 2 es un diagrama que ilustra un ejemplo de red de acceso 200 en una arquitectura de red LTE. En este ejemplo, la red de acceso 200 está dividida en una pluralidad de regiones celulares (células) 202. Uno o más eNB de clase de menor potencia 208 pueden tener regiones celulares 210 que se superponen con 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 equipo 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 basadas en radio, incluyendo el control de portadoras de radio, el control de admisión, el control de movilidad, la planificación, la seguridad y la conectividad con la pasarela de servicio 116. Un eNB puede dar soporte a una o múltiples células (por ejemplo, tres) (también denominadas sectores). El término "célula" puede referirse al área de cobertura más pequeña de un eNB y/o a un subsistema de eNB que da servicio a un área de cobertura particular. Además, los términos "eNB", "estación base" y "célula" se pueden usar indistintamente en el presente documento.

[0019] En un aspecto, el UE 206 puede comunicar señales por medio de la red LTE y un sistema de ondas milimétricas (mmW). Por consiguiente, el UE 206 puede comunicarse con el eNB 204 por medio de un enlace LTE y comunicarse con un punto de conexión (CP) o estación base (BS) 212 (capaz de comunicarse con el sistema mmW) a través de un enlace mmW. En un aspecto adicional, el eNB 204 y el CP/la BS 212 pueden comunicar señales por medio de la red LTE y el sistema mmW. Como tal, el UE 206 puede comunicarse con el eNB 204 por medio de un enlace LTE y un enlace mmW (cuando el eNB 204 es capaz de comunicarse con el sistema mmW), o comunicarse con el CP/la BS 212 a través de un enlace mmW y un enlace LTE (cuando el CP/la BS 212 es capaz de comunicarse con la red LTE). En otro aspecto más, el eNB 204 comunica señales por medio de la red LTE y el sistema mmW, mientras que el CP/la BS 212 comunica señales únicamente por medio del sistema mmW. En consecuencia, el CP/la BS 212 no puede señalar al eNB 204 por medio de la red LTE puede comunicarse con el eNB 204 por medio de un enlace de retorno mmW.

[0020] El esquema de modulación y acceso múltiple empleado por la red de acceso 200 puede variar dependiendo de la norma de telecomunicaciones particular que se está implantando. En aplicaciones LTE se usa OFDM en el DL y se usa SC-FDMA en el UL para admitir tanto la duplexación por división de frecuencia (FDD) como la duplexación por división del 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 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 Datos de Evolución Optimizados (EV-DO) o a la Banda Ancha Ultramóvil (UMB). EV-DO y 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 a estaciones móviles acceso a Internet de banda ancha. Estos conceptos también se pueden extender al Acceso Radioeléctrico Terrestre Universal (UTRA), que emplea CDMA de banda ancha (W-CDMA) y otras variantes de CDMA, tales como TD-SCDMA; al Sistema Global de Comunicaciones Móviles (GSM) que emplea TDMA; y a UTRA Evolucionado (E-UTRA), IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802.20 y OFDM-Flash que emplea OFDMA. UTRA, E-UTRA, UMTS, LTE y GSM se describen en documentos del organismo 3GPP. CDMA2000 y UMB se describen en documentos de la organización 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.

[0021] Los eNB 204 pueden tener múltiples antenas que admiten la tecnología MIMO. El uso de la tecnología 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 aumentar la velocidad de transferencia de datos, o a múltiples UE 206 para aumentar la capacidad global del sistema. Esto se logra precodificando espacialmente cada flujo de datos (es decir, aplicando un escalamiento de una amplitud y una fase) y transmitiendo a continuación cada flujo precodificado espacialmente a través de múltiples antenas transmisoras en el DL. Los flujos de datos precodificados espacialmente llegan al (a los) UE 206 con diferentes firmas espaciales, lo que posibilita que cada uno de los 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 cual permite que el eNB 204 identifique el origen de cada flujo de datos precodificado espacialmente.

[0022] 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.

[0023] En la siguiente descripción detallada, diversos aspectos de una red de acceso se describirán con referencia a un sistema MIMO que admite OFDM en el DL. OFDM es una técnica de espectro ensanchado que modula datos a

través de una pluralidad de subportadoras en un símbolo OFDM. Las subportadoras están separadas en frecuencias precisas. La separación proporciona "ortogonalidad", que posibilita que un receptor recupere los datos a partir de las subportadoras. En el dominio del tiempo, se puede añadir un intervalo de guarda (por ejemplo, un prefijo cíclico) a cada símbolo OFDM para hacer frente a las interferencias entre símbolos OFDM. El UL puede usar SC-FDMA en forma de señal OFDM ensanchada mediante DFT para compensar una elevada proporción entre potencia máxima y media (PAPR).

[0024] La FIG. 3 es un diagrama de bloques de un eNB 310 en comunicación con un UE 350 en una red de acceso. En el DL, los paquetes de capa superior de la red central se proporcionan a un controlador/procesador 375. En el DL, el controlador/procesador 375 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 350 basándose en diversas métricas de prioridad. El controlador/procesador 375 también se encarga de las operaciones HARQ, la retransmisión de paquetes perdidos y la señalización al UE 350.

[0025] El procesador de transmisión (TX) 316 implementa diversas funciones de procesamiento de señales. Las funciones de procesamiento de señales incluyen codificación y entrelazado para facilitar la corrección de errores en recepción (FEC) en el UE 350, y correlación con constelaciones de señales en base a diversos esquemas de modulación (por ejemplo, modulación por desplazamiento de fase binaria (BPSK), modulación por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK), modulación por desplazamiento de fase M-aria (M-PSK), modulación de amplitud en cuadratura M-aria (M-QAM)). A continuación, los símbolos codificados y modulados se dividen en flujos paralelos. A continuación, cada flujo se correlaciona con una subportadora OFDM, se multiplexa con una señal de referencia (por ejemplo, una señal piloto) en el dominio de tiempo y/o de frecuencia y, a continuación, se combinan conjuntamente usando una transformada rápida de Fourier inversa (IFFT) para producir un canal físico que transporta un flujo de símbolos OFDM en el dominio de tiempo. El flujo OFDM se precodifica espacialmente para producir múltiples flujos espaciales. Las estimaciones de canal de un estimador de canal 374 se pueden usar para determinar el esquema 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 de retroalimentación de condición de canal transmitidos por el UE 350. A continuación, cada flujo espacial se puede proporcionar a una antena 320 diferente por medio de un transmisor 318TX separado. Cada transmisor de 318TX puede modular una portadora RF con un respectivo flujo espacial para su transmisión.

[0026] En el UE 350, cada receptor 354RX recibe una señal a través de su antena 352 respectiva. Cada receptor 354RX recupera información modulada en una portadora RF y proporciona la información al procesador de recepción (RX) 356. El procesador RX 356 implementa diversas funciones de procesamiento de señales. El procesador de RX 356 puede realizar un procesamiento espacial en la información para recuperar cualquier flujo espacial destinado al UE 350. Si hay múltiples flujos espaciales destinados al UE 350, el procesador de RX 356 puede combinarlos en un único flujo de símbolos OFDM. A continuación, el procesador RX 356 convierte el flujo de símbolos OFDM desde el dominio de tiempo al dominio de frecuencia usando una transformada rápida de Fourier (FFT). La señal de dominio de frecuencia comprende un flujo de símbolos OFDM separado para cada subportadora de la señal OFDM. Los símbolos en cada subportadora y la señal de referencia se recuperan y se desmodulan determinando los puntos de constelación de señales con mayor probabilidad de ser transmitidos por el eNB 310. Estas decisiones flexibles se pueden basar en estimaciones de canal calculadas por el estimador de canal 358. A continuación, las decisiones flexibles se descodifican y desentrelazan para recuperar los datos y las señales de control que el eNB 310 ha transmitido originalmente en el canal físico. A continuación, las señales de datos y de control se proporcionan al controlador/procesador 359.

[0027] El controlador/procesador 359 puede estar asociado a una memoria 360 que almacena códigos y datos de programa. La memoria 360 se puede denominar medio legible por ordenador. En el UL, el controlador/procesador 359 proporciona desmultiplexación entre los canales lógicos y de transporte, reensamblaje de paquetes, descifrado, descompresión de cabecera y procesamiento de señales de control para recuperar paquetes de capa superior de la red central. Los paquetes de capa superior se proporcionan a continuación a un colector de datos 362. También se pueden proporcionar diversas señales de control al colector de datos 362 para su procesamiento. El controlador/procesador 359 también se encarga de la detección de errores usando un protocolo de acuse de recibo (ACK) y/o de acuse de recibo negativo (NACK) para admitir operaciones de HARQ.

[0028] En el UL, una fuente de datos 367 se usa para proporcionar paquetes de capa superior al controlador/procesador 359. De manera similar a la funcionalidad descrita en relación con la transmisión de DL por el eNB 310, el controlador/procesador 359 proporciona compresión de cabecera, cifrado, reordenamiento y segmentación de paquetes y multiplexación entre canales lógicos y de transporte basándose en asignaciones de recursos de radio por el eNB 310. El controlador/procesador 359 también se encarga de operaciones HARQ, de la retransmisión de paquetes perdidos y de la señalización al eNB 310.

[0029] El procesador de TX 368 puede usar estimaciones de canal obtenidas por un estimador de canal 358 a partir de una señal de referencia o una retroalimentación, transmitidas por el eNB 310, para seleccionar los esquemas de codificación y modulación adecuados y facilitar el procesamiento espacial. Los flujos espaciales generados por el procesador de TX 368 se pueden proporcionar a diferentes antenas 352 por medio de transmisores 354TX separados. Cada transmisor 354TX puede modular una portadora de RF con un respectivo flujo espacial para su transmisión.

[0030] La transmisión UL se procesa en el eNB 310 de manera similar a la descrita en relación con la función de receptor en el UE 350. Cada receptor 318RX recibe una señal a través de su antena 320 respectiva. Cada receptor 318RX recupera información modulada en una portadora de RF y proporciona la información a un procesador de RX 370.

[0031] El controlador/procesador 375 puede estar asociado a una memoria 376 que almacena códigos y datos de programa. La memoria 376 se puede denominar medio legible por ordenador. En el UL, el controlador/procesador 375 proporciona desmultiplexación entre los canales de transporte y los lógicos, reensamblaje de paquetes, descifrado, descompresión de cabecera y procesamiento de señales de control para recuperar paquetes de capa superior procedentes del UE 350. Los paquetes de capa superior del controlador/procesador 375 se pueden proporcionar a la red central. El controlador/procesador 375 también se encarga de la detección de errores usando un protocolo ACK y/o NACK para admitir operaciones HARQ.

[0032] La frecuencia extremadamente alta (EHF) forma parte de la RF en el espectro electromagnético. La EHF tiene un intervalo de 30 GHz a 300 GHz y una longitud de onda entre 1 milímetro y 10 milímetros. Las ondas de radio en la banda se pueden denominar ondas milimétricas (mmW). Frecuencias cercanas a mmW pueden extenderse hasta una frecuencia de 3 GHz con una longitud de onda de 100 milímetros (la banda de frecuencia superalta (SHF) se extiende entre 3 GHz y 30 GHz, también conocida como onda centimétrica). Si bien la divulgación del presente documento hace referencia a mmW, debe entenderse que la divulgación también se aplica a cerca de mmW. Además, aunque la divulgación del presente documento se refiere a una estación base mmW, debe entenderse que la divulgación también se aplica a estaciones base cerca de mmW. El canal de RF de longitud de onda milimétrica tiene una pérdida de trayecto extremadamente alta y un corto alcance. Para construir una red de comunicación útil en el espectro de longitud de onda milimétrica, se puede usar una técnica de conformación de haz para compensar la pérdida de trayecto extremadamente alta. La técnica de conformación de haz enfoca la energía de RF en una dirección estrecha para permitir que el haz de RF se propague más lejos en esa dirección. Usando la técnica de conformación de haz, la comunicación de RF sin línea de visión (NLOS) en el espectro de longitud de onda milimétrica puede depender de la reflexión y/o difracción de los haces para alcanzar el UE. Si la dirección se bloquea, ya sea a causa del movimiento del UE o de cambios en el entorno (por ejemplo, obstáculos, humedad, lluvia, etc.) es posible que el haz no pueda llegar al UE. Por lo tanto, para garantizar que el UE tenga una cobertura continua y sin interrupciones, múltiples haces pueden estar disponibles en tantas direcciones diferentes como sea posible.

[0033] A continuación se proporcionan técnicas y procedimientos de conformación de haz para mantener un enlace entre un UE móvil y una estación base en entornos inalámbricos que cambian continuamente.

[0034] Un objetivo de LTE es aumentar el ancho de banda de red celular en relación con una demanda de datos móviles. A medida que aumenta la demanda de datos móviles, se pueden utilizar otras diversas tecnologías para satisfacer la demanda. Por ejemplo, pueden suministrarse datos móviles de alta velocidad usando un canal de onda milimétrica (mmW).

[0035] Un enlace mmW puede definirse como el suministro de símbolos de banda base desde un transmisor capaz de conformar haces mmW a un receptor capaz de conformar haces mmW. Una unidad de recursos mmW puede incluir una combinación específica de un ancho de haz, una dirección de haz y una ranura de tiempo. La ranura de tiempo puede ser una fracción de una subtrama LTE y alinearse con una temporización de tramas de canal físico de control de enlace descendente (PDCCH) LTE. Para aumentar eficazmente una intensidad de señal mmW de recepción sin aumentar la potencia de transmisión en el transmisor, se puede aplicar conformación de haz. Se puede aumentar la ganancia de receptor reduciendo el ancho de haz mmW del transmisor y/o del receptor. Por ejemplo, el ancho de haz puede cambiarse aplicando desplazamiento de fase a un sistema de antenas.

[0036] Un sistema de comunicación mmW puede funcionar en bandas de frecuencia muy altas (por ejemplo, de 10 GHz a 300 GHz). Tales frecuencias de portadora altas permiten el uso de un gran ancho de banda. Por ejemplo, una red inalámbrica mmW de 60 GHz proporciona un gran ancho de banda en aproximadamente una banda de frecuencia de 60 GHz y tiene la capacidad de admitir una velocidad de datos muy alta (por ejemplo, hasta 6,7 Gbps). Las bandas de frecuencia muy altas se pueden usar para comunicaciones de retorno o para el acceso a red (por ejemplo, UE que acceden a una red), por ejemplo. Las aplicaciones compatibles con el sistema mmW pueden incluir transmisión continua de vídeo sin comprimir, transferencia de archivos "sincronizar y listo" (*sync-n-go*), videojuegos y proyecciones en dispositivos de visualización inalámbricos, por ejemplo.

[0037] Un sistema mmW puede funcionar con la ayuda de varias antenas y conformación de haz para superar un canal que tenga baja ganancia. Por ejemplo, una atenuación intensa en altas bandas de frecuencia portadora puede limitar el alcance de una señal transmitida a unos pocos metros (por ejemplo, de 1 a 3 metros). Además, la presencia de obstáculos (por ejemplo, paredes, muebles, personas, etc.) puede bloquear la propagación de una onda milimétrica de alta frecuencia. Como tal, las características de propagación en altas frecuencias portadoras requieren la necesidad de conformación de haz para superar la pérdida. La conformación de haz puede implementarse por medio de un sistema de antenas (por ejemplo, sistemas en fase) que cooperan para conformar en haces una señal de alta frecuencia en una dirección particular hacia dispositivos receptores y, por lo tanto, extienden el alcance de la señal.

Mientras que el sistema mmW puede funcionar de manera autónoma, el sistema mmW puede implementarse junto con sistemas más establecidos pero de menor frecuencia (y menor ancho de banda), tales como LTE.

[0038] En un aspecto, la presente divulgación proporciona técnicas cooperativas entre el sistema LTE y el sistema mmW. Por ejemplo, la presente divulgación puede aprovechar la presencia de un sistema más robusto para ayudar en la conformación de haces, la sincronización o el descubrimiento de una estación base. La acción conjunta entre el sistema mmW y un sistema de menor frecuencia (por ejemplo, LTE) puede facilitarse de la siguiente manera: 1) Tipos de señalización que dan soporte al descubrimiento, sincronización o asociación en un canal mmW pueden enviarse a través de una portadora robusta de baja frecuencia diferente; 2) Orden de envío de señalización de descubrimiento y sincronización entre un canal mmW y una portadora de menor frecuencia (por ejemplo, LTE); 3) Aprovechamiento de la conectividad existente; 4) Información que deben incluir las estaciones base (BS)/equipos de usuario (UE) en un mensaje transmitido; y 5) Información a incluir en la señalización LTE.

[0039] En un aspecto, puntos de conexión (CP) o estaciones base (BS) con capacidad de mmW (puntos de acceso a red para dispositivos con capacidad de mmW) pueden montarse en postes de luz, en los laterales de los edificios y/o ubicarse en metrocélulas. Un enlace mmW puede formarse mediante conformación de haz a lo largo de una línea de visión (LOS) o trayectos reflejados dominantes o trayectos difractados alrededor de obstáculos. Un desafío para un dispositivo con capacidad de mmW es encontrar una LOS apropiada o un trayecto reflejado para la conformación de haz.

[0040] Las FIGS. 4A a 4C son diagramas que ilustran implantaciones de ejemplo de un sistema mmW usado junto con un sistema LTE. En la FIG. 4A, el diagrama 400 ilustra una implantación en la que un sistema LTE funciona independientemente de, y en paralelo con, un sistema mmW. Como se muestra en la FIG. 4A, un UE 402 es capaz de comunicar señales por medio de un sistema LTE y un sistema mmW. En consecuencia, el UE 402 puede comunicarse con un eNB 404 a través de un enlace LTE 410. En paralelo con el enlace LTE 410, el UE 402 también puede comunicarse con una primera BS 406 a través de un primer enlace mmW 412 y comunicarse con una segunda BS 408 a través de un segundo enlace mmW 414.

[0041] En la FIG. 4B, el diagrama 430 ilustra una implantación en la que el sistema LTE y el sistema mmW están ubicados conjuntamente. Como se muestra en la FIG. 4B, un UE 432 es capaz de comunicar señales por medio del sistema LTE y el sistema mmW. En un aspecto, una BS 434 puede ser un eNB de LTE capaz de comunicar señales por medio del sistema LTE y el sistema mmW. Como tal, la BS 434 puede denominarse eNB de LTE + mmW. En otro aspecto, la BS 434 puede ser un CP mmW capaz de comunicar señales por medio del sistema LTE y el sistema mmW. Como tal, la BS 434 puede denominarse BS de LTE + mmW. El UE 432 puede comunicarse con la BS 434 a través de un enlace LTE 436. Por otro lado, el UE 432 también puede comunicarse con la BS 434 a través de un enlace mmW 438.

[0042] En la FIG. 4C, el diagrama 470 ilustra una implantación en la que una BS capaz de comunicar señales por medio del sistema LTE y el sistema mmW (estación base de LTE + mmW) está presente con BS capaces de comunicar señales por medio de únicamente el sistema mmW. Como se muestra en la FIG. 4C, un UE 472 puede comunicarse con una BS de LTE + mmW 474 a través de un enlace LTE 480. La BS de LTE + mmW 474 puede ser un eNB de LTE + mmW. En paralelo con el enlace LTE 480, el UE 472 también puede comunicarse con una segunda BS 476 a través de un primer enlace mmW 482 y comunicarse con una tercera BS 478 a través de un segundo enlace mmW 484. La segunda BS 476 puede comunicarse además con la BS de LTE + mmW 474 a través de un primer enlace de retorno mmW 484. La tercera BS 478 puede comunicarse además con la BS de LTE + mmW 474 a través de un segundo enlace de retorno mmW 486.

[0043] Las FIGS. 5A y 5B son diagramas que ilustran un ejemplo de la transmisión de señales de haz conformado entre un CP y un UE. El CP puede realizarse como una BS en un sistema mmW (BS mmW). Con referencia a la FIG. 5A, el diagrama 500 ilustra un CP 504 de un sistema mmW que transmite señales de haz conformado 506 (por ejemplo, señales de sincronización o señales de descubrimiento) en diferentes direcciones de transmisión (por ejemplo, direcciones A, B, C y D). En un ejemplo, el CP 504 puede realizar un barrido a través de direcciones de transmisión de acuerdo con una secuencia A-B-C-D. En otro ejemplo, el CP 504 puede realizar un barrido a través de las direcciones de transmisión de acuerdo con la secuencia B-D-A-C. Aunque solo se describen cuatro direcciones de transmisión y dos secuencias de transmisión con respecto a la FIG. 5A, se contempla cualquier número de diferentes direcciones de transmisión y diferentes secuencias de transmisión.

[0044] Después de transmitir las señales, el CP 504 puede pasar a un modo de recepción. En el modo de recepción, el CP 504 puede realizar un barrido a través de diferentes direcciones de recepción en una secuencia o patrón correspondiente (correlación) a una secuencia o patrón en los que el CP 504 transmitió previamente las señales de sincronización/descubrimiento en las diferentes direcciones de transmisión. Por ejemplo, si el CP 504 transmitió previamente las señales de sincronización/descubrimiento en direcciones de transmisión de acuerdo con la secuencia A-B-C-D, entonces el CP 504 puede realizar un barrido a través de direcciones de recepción de acuerdo con la secuencia A-B-C-D en un intento de recibir una señal de asociación desde un UE 502. En otro ejemplo, si el CP 504 transmitió previamente las señales de sincronización/descubrimiento en direcciones de transmisión de acuerdo con la

secuencia B-D-A-C, entonces el CP 504 puede realizar un barrido a través de direcciones de recepción de acuerdo con la secuencia B-D-A-C en un intento de recibir la señal de asociación desde el UE 502.

5 **[0045]** Un retardo de propagación en cada señal de haz conformado permite que un UE 502 realice un barrido de recepción (RX). El UE 502 en un modo de recepción puede realizar un barrido a través de diferentes direcciones de recepción en un intento de detectar una señal de sincronización/descubrimiento 506 (véase la FIG. 5B). El UE 502 puede detectar una o más de las señales de sincronización/descubrimiento 506. Cuando se detecta una señal intensa de sincronización/descubrimiento 506, el UE 502 puede determinar una dirección de transmisión óptima del CP 504 y una dirección de recepción óptima del UE 502 correspondiente a la señal intensa de sincronización/descubrimiento.
10 Por ejemplo, el UE 502 puede determinar pesos/direcciones de antena preliminares de la señal intensa de sincronización/descubrimiento 506, y puede determinar además un recurso (por ejemplo, como se analiza más adelante con respecto a la FIG. 7) donde se espera que el CP 504 reciba de manera óptima una señal de haz conformado. Después, el UE 502 puede intentar asociarse al CP 504 por medio de una señal de haz conformado.

15 **[0046]** Con referencia al diagrama 520 de la FIG. 5B, el UE 502 puede escuchar señales de descubrimiento de haz conformado en diferentes direcciones de recepción (por ejemplo, direcciones E, F, G y H). En un ejemplo, el UE 502 puede realizar un barrido a través de las direcciones de recepción de acuerdo con una secuencia E-F-G-H. En otro ejemplo, el UE 502 puede realizar un barrido a través de las direcciones de recepción de acuerdo con la secuencia F-H-E-J. Aunque solo se describen cuatro direcciones de recepción y dos secuencias de recepción con respecto a la FIG. 5B, se contempla cualquier número de diferentes direcciones de recepción y diferentes secuencias de recepción.
20

[0047] El UE 502 puede intentar la asociación transmitiendo señales de haz conformado 526 (por ejemplo, señales de asociación) en las diferentes direcciones de transmisión (por ejemplo, las direcciones E, F, G y H). En un aspecto, el UE 502 puede transmitir una señal de asociación 526 transmitiendo a lo largo de la dirección de recepción óptima del UE 502 en el tiempo/recurso donde se espera que el CP 504 reciba de forma óptima la señal de asociación. El CP 504 en el modo de recepción puede realizar un barrido a través de diferentes direcciones de recepción y detectar la señal de asociación 526 procedente del UE 502 durante una o más ranuras de tiempo correspondientes a una dirección de recepción. Cuando se detecta una señal de asociación intensa 526, el CP 504 puede determinar una dirección de transmisión óptima del UE 502 y una dirección de recepción óptima del CP 504 correspondiente a la señal de asociación intensa. Por ejemplo, el CP 504 puede determinar los pesos/direcciones de antena preliminares de la señal de asociación intensa 526, y puede determinar además un tiempo y/o recurso en los que se espera que el UE 502 reciba de forma óptima una señal de haz conformado. Cualquiera de los procesos analizados anteriormente con respecto a las FIGS. 5A y 5B pueden refinarse o repetirse en el tiempo de modo que el UE 502 y el CP 504 adquieran finalmente las instrucciones de transmisión y recepción más óptimas para establecer un enlace entre sí.
25
30
35 Tal refinamiento y repetición se puede denominar acondicionamiento de haz.

[0048] En un aspecto, el CP 504 puede elegir una secuencia o patrón para transmitir las señales de sincronización/descubrimiento de acuerdo con una pluralidad de direcciones de conformación de haz. A continuación, el CP 504 puede transmitir las señales durante un período de tiempo lo suficientemente largo como para que el UE 502 realice un barrido a través de una pluralidad de direcciones de conformación de haz en un intento de detectar una señal de sincronización/descubrimiento. Por ejemplo, una dirección de conformación de haz de CP puede denotarse como n , donde n es un número entero de 0 a N , siendo N un número máximo de direcciones de transmisión. Además, una dirección de formación de haz de UE puede denotarse como k , donde k es un número entero de 0 a K , siendo K un número máximo de direcciones de recepción. Cuando el UE 502 detecta una señal de sincronización/descubrimiento del CP 504, el UE 502 puede descubrir que la señal más intensa de sincronización/descubrimiento se recibe cuando la dirección de conformación de haz del UE 502 es $k = 2$ y la dirección de formación de haz del CP 504 es $n = 3$. En consecuencia, el UE 502 puede usar los mismos pesos/direcciones de antena para responder (transmitir una señal de haz conformado) al CP 504 en una ranura de tiempo de respuesta correspondiente. Es decir, el UE 502 puede enviar una señal al CP 504 usando la dirección de conformación de haz $k = 2$ del UE 502 durante una ranura de tiempo cuando se espera que el CP 504 realice un barrido de recepción en la dirección de conformación de haz $n = 3$ del CP 504.
40
45
50

[0049] La presente divulgación proporciona un procedimiento y un aparato para integrar la movilidad "hacer antes de cortar" con el acondicionamiento del haz específico de enlace. En un aspecto, un UE puede realizar una secuencia de acondicionamiento de haz y/o una secuencia de refinamiento de haz de forma independiente con una estación base de servicio y con cada posible estación base objetivo. Las secuencias pueden establecer un par de haces separado para cada enlace de UE a estación base. Se puede asignar un recurso de interfaz aérea (por ejemplo, un recurso de distancia) al UE para esfuerzos de acondicionamiento de haz e intercambio de datos con posibles estaciones base objetivo. Se puede obtener una métrica de intensidad de enlace a partir de la secuencia de acondicionamiento de haz/refinamiento de haz y se puede usar para determinar si el UE debe almacenar/guardar en caché información de estado (información de señalización) en nombre de una estación base objetivo correspondiente. El UE puede almacenar/guardar en caché información relacionada con una estación base objetivo y un haz asociado para comunicarse con la estación base objetivo. En un aspecto, el UE puede intercambiar datos con dos estaciones base, donde algunos datos pueden intercambiarse con una primera estación base usando el recurso de distancia y otros datos pueden intercambiarse con una segunda estación base usando otros recursos de tiempo/frecuencia.
55
60
65

[0050] La FIG. 6 es un diagrama 600 que ilustra una arquitectura de una red de acceso mmW con conformación de haz específica de trayecto. Con referencia a la FIG. 6, cuatro estaciones base (BS1 604, BS2 606, BS3 608 y BS4 610) están conectadas a una red 650. Un dispositivo móvil (por ejemplo, UE) 602 puede mantener un enlace activo con la BS4 610. El dispositivo móvil 602 y la BS4 610 pueden llevar a cabo una secuencia de acondicionamiento de haz/refinamiento de haz para crear un par de haces apropiado que esté alineado con un trayecto del enlace (trayecto 666). Mientras se intercambian datos de tráfico en el enlace activo, el dispositivo móvil 602 puede llevar a cabo secuencias de acondicionamiento de haz/refinamiento de haz con la BS1 604 para crear un par de haces apropiado que esté alineado con un trayecto 660 y/o un trayecto 662. En la FIG. 6, una primera obstrucción 652 puede reflejar haces. Por lo tanto, los haces que viajan entre el dispositivo móvil 602 y la BS1 604 a lo largo del trayecto 660 pueden reflejarse desde el primer obstáculo 652 para alcanzar su destino previsto. El dispositivo móvil 602 también puede llevar a cabo secuencias de acondicionamiento de haz/refinamiento de haz con la BS2 606 para crear un par de haces apropiado que esté alineado con un trayecto 664. El dispositivo móvil 602 puede almacenar/guardar en caché información relacionada con los pares de haces creados con respecto a cada BS. Un segundo obstáculo 654 puede bloquear una línea de visión entre el dispositivo móvil 602 y la BS3 608. En consecuencia, el dispositivo móvil 602 puede no ser capaz de llevar a cabo secuencias de acondicionamiento de haz/refinamiento de haz con la BS3 608.

[0051] En un aspecto, la presente divulgación se aplica a una red de acceso inalámbrico que comprende una pluralidad de estaciones base. Un dispositivo móvil puede acceder a la red e intercambiar datos de tráfico por medio de una o más de las estaciones base usando una interfaz aérea inalámbrica. La interfaz aérea funciona en una gama de frecuencia, donde un enlace entre el dispositivo móvil y la estación base puede exigir que cada punto de extremo cree un haz de antena dedicado que apunte a lo largo de un trayecto de propagación de interconexión. Esto puede aplicarse a gamas de frecuencia superiores a entre 5 y 6 GHz (es decir, superiores a las bandas de frecuencia utilizadas para los sistemas celulares actuales). Esto también puede aplicarse a gamas de frecuencia que tienen una longitud de onda mayor o igual a 10 mm (rango de onda milimétrica) donde se desea la creación de haces de antena muy estrechos para superar la pérdida de propagación.

[0052] Se puede realizar una secuencia de acondicionamiento de haz entre un dispositivo móvil y una estación base para establecer un par de haces para un enlace de dispositivo móvil a estación base. Para mantener el enlace en presencia de la dinámica de canal y la movilidad de usuario, el dispositivo móvil y la estación base pueden realizar una secuencia periódica de refinamiento de haz y/o, finalmente, realizar una nueva secuencia de acondicionamiento de haz. Las secuencias de acondicionamiento de haz y de refinamiento de haz pueden implicar un intercambio de información entre ambos puntos de extremo (dispositivo móvil y estación base). El intercambio de información da como resultado que uno de los dos puntos de extremo adquiera información de estado (información de señalización) del otro de los dos puntos de extremo. La información de estado puede incluir información acerca de un punto de extremo remoto del enlace y un tipo de haz para la comunicación en el enlace. Un ejemplo de la señalización asociada al acondicionamiento de haz y las secuencias de refinamiento de haz se puede encontrar en la especificación de la norma IEEE 802.11ad.

[0053] Mientras que el dispositivo móvil y la estación base pueden usar secuencias de acondicionamiento de haz y/o de refinamiento de haz para crear y mantener un enlace, la movilidad y la dinámica de canal pueden obligar al dispositivo móvil a pasar a otra estación base. Si bien el traspaso entre estaciones base es comúnmente conocido por las tecnologías celulares, la necesidad de acondicionamiento de haz y/o de refinamiento del haz añade obstáculos únicos. En particular, la forma de encontrar otras estaciones base como candidatas para el traspaso puede no estar clara para el dispositivo móvil mientras usa su radio para intercambiar datos de tráfico con una estación base de servicio. Además, los radioenlaces en altas bandas de frecuencia pueden ser vulnerables a los efectos de ensombrecimiento y pueden fallar rápidamente. Para responder rápidamente a un fallo rápido de radioenlace, la preparación del traspaso, es decir, la identificación de una estación base alternativa para el dispositivo móvil, debe realizarse antes y el traspaso debe ejecutarse rápidamente. De lo contrario, el traspaso crea interrupciones notables en las aplicaciones que usan el enlace inalámbrico. Sin embargo, el requisito de traspaso rápido entra en conflicto con la necesidad de secuencias de acondicionamiento de haz y/o de refinamiento de haz, lo que puede requerir una cantidad considerable de tiempo para los intercambios de señalización en cada enlace.

[0054] Si bien puede ser deseable acelerar el traspaso, un traspaso rápido puede causar traspasos frecuentes entre dos estaciones base (por ejemplo, saltos repetidos (*ping-ponging*)) en el borde de una célula. Esto puede generar una alta sobrecarga de señalización y afectar al rendimiento de capas superiores. Por lo tanto, es deseable realizar el traspaso de una manera "hacer antes de cortar", por ejemplo, permitir que el tráfico se encamine por medio de dos o múltiples estaciones base independientes durante cierto tiempo antes de completar el traspaso a una de las estaciones base. Esto puede requerir que el acondicionamiento de haz y/o el refinamiento de haz se realicen simultáneamente con al menos dos estaciones base.

[0055] En un aspecto, un dispositivo móvil (por ejemplo, un UE) puede mantener un enlace con una estación base de servicio y usar el enlace para intercambiar datos de tráfico con una red y realizar un refinamiento de haz y/o acondicionamiento de haz periódicos con la estación base de servicio. Una métrica de intensidad de enlace puede obtenerse de las secuencias de acondicionamiento de haz y/o de refinamiento de haz realizadas con la estación base de servicio.

[0056] Periódicamente, un recurso de interfaz aérea (en lo sucesivo denominado "recurso de distancia") puede asignarse al dispositivo móvil. El dispositivo móvil puede usar el recurso de distancia para suspender el intercambio de tráfico con la estación base de servicio y realizar la gestión de candidatos a estación base. El recurso de distancia puede ser una ranura de tiempo, por ejemplo. La gestión de candidatos la estación base puede incluir buscar otras estaciones base que puedan ser candidatas para el traspaso, reafirmar las candidaturas a estaciones base existentes y/o iniciar el traspaso a un candidato a estación base. Una estación base puede denominarse candidata a estación base cuando el dispositivo móvil posee información de estado (información de señalización) relacionada con la estación base e información relacionada con al menos un haz para comunicarse con la estación base. La información de estado relacionada con el candidato a estación base puede incluir un identificador (ID) de estación base o ID de célula y otra información de estación base, tal como información de temporización. La información de estado también puede incluir información específica de enlace, tal como una clave de sesión, por ejemplo. El recurso de distancia también puede ser usado por el dispositivo móvil para intercambiar datos de tráfico con una estación base candidata. De esta manera, el dispositivo móvil puede usar la misma radio para el intercambio de datos y señalización con la estación base de servicio, la gestión de candidatos a estación base y el intercambio de datos y señalización con los candidatos a estación base.

[0057] La búsqueda de nuevos candidatos a estación base implica realizar al menos una secuencia de acondicionamiento de haz entre el dispositivo móvil y cualquier otra estación base que actualmente no sea una candidata o una estación base de servicio. El dispositivo móvil usa el recurso de distancia asignado para realizar un intercambio de señalización asociado. A partir del intercambio de señalización se puede obtener una métrica de intensidad de enlace, cuyo valor determina si la estación base se convierte en candidata. En este caso, el dispositivo móvil puede intercambiar toda la información de estado (información de señalización) asociada a la candidatura. Por ejemplo, el dispositivo móvil puede transmitir su propia información de estado a la BS. El dispositivo móvil también puede recibir información de estado de BS desde la BS. La señalización adicional necesaria para el intercambio de información de estado también se puede realizar usando el recurso de distancia. La métrica de intensidad de enlace puede ser obtenida por el dispositivo móvil o la estación base de manera independiente, o puede obtenerse al unísono mediante mediciones realizadas tanto en el dispositivo móvil como en la estación base. La decisión de designar la estación base como candidata puede tomarla el dispositivo móvil, la red o ambos. Cualquier información intercambiada con el propósito de decidir si designar la estación base como candidata puede considerarse parte de la secuencia de acondicionamiento de haz.

[0058] La reafirmación de la candidatura a estación base implica realizar al menos una secuencia de refinamiento de haz o secuencia de acondicionamiento de haz entre el dispositivo móvil y la estación base candidata. El dispositivo móvil usa el recurso de distancia para realizar un intercambio de señalización asociado. A partir del intercambio de señalización se puede obtener una métrica de intensidad de enlace, cuyo valor determina si la estación base sigue siendo candidata. Si se determina que la estación base ya no es un candidato, el dispositivo móvil puede eliminar toda la información de estado (información de señalización) relacionada con la estación base. De lo contrario, el dispositivo móvil puede actualizar la información de estado relacionada con la estación base, que puede incluir un haz más preciso para el enlace a la estación base, por ejemplo.

[0059] Periódicamente, las condiciones de traspaso se evalúan usando valores de intensidad de enlace obtenidos para los candidatos a estación base y/o la estación base de servicio. Un proceso de decisión puede basarse en la comparación de los diversos valores de intensidad de enlace entre sí, o con un valor umbral de manera análoga. La decisión de proceder con el traspaso puede tomarla el dispositivo móvil o la red. Toda la señalización necesaria para realizar el traspaso puede intercambiarse entre el dispositivo móvil y la estación base de servicio. La señalización también puede intercambiarse entre el dispositivo móvil y el candidato a estación base seleccionado para el traspaso usando el recurso de distancia.

[0060] Con referencia a la FIG. 6, en un ejemplo, cuando se realiza un traspaso desde una estación base de servicio BS4 610 a un candidato a estación base BS2 606, el candidato a estación base BS2 606 se convierte en la nueva estación base de servicio. Un enlace a la nueva estación base de servicio BS2 606 se convierte en el nuevo enlace activo usado por el dispositivo móvil 602 para intercambiar datos de tráfico. El nuevo enlace activo también es usado por el dispositivo móvil 602 para secuencias periódicas de acondicionamiento de haz y/o de refinamiento de haz con la estación base BS2 606. Un nuevo recurso de distancia se puede asignar al dispositivo móvil 602 para realizar la gestión de candidatos con otras estaciones base (por ejemplo, BS1 604).

[0061] El recurso de distancia también puede ser usado por el dispositivo móvil para intercambiar datos con un candidato a estación base. Esto permite un traspaso "hacer antes de cortar", donde los datos en curso se entregan en un enlace con una estación base de servicio, mientras que nuevos datos que llegan se reenvían por medio del candidato a estación base. También se habilita la multiplexación multitrayecto, donde un intercambio de datos entre el dispositivo móvil y la red puede dividirse entre el enlace a la estación base de servicio y el enlace al candidato a estación base. Para estos casos, el dispositivo móvil puede crear un haz que se almacena/guarda en caché para la estación base de servicio cuando se intercambian datos con la estación base de servicio sin usar el recurso de distancia. El dispositivo móvil también puede crear un haz que se almacena/guarda en caché para el candidato a estación base cuando se intercambian datos con el candidato a estación base usando el recurso de distancia. El

dispositivo móvil puede combinar datos recibidos en dos enlaces diferentes en un flujo de datos. De la misma manera, el dispositivo móvil puede mantener un planificador para dividir un flujo de datos saliente entre dos enlaces diferentes.

[0062] La FIG. 7 es un diagrama 700 que ilustra una estructura de recursos de distancia. El recurso de distancia puede incluir una o más ranuras de tiempo, por ejemplo, una ranura de tiempo 1 702, una ranura de tiempo 2 704, una ranura de tiempo 3 706 y una ranura de tiempo 4 708. Cada una de las ranuras de tiempo puede incluir una pluralidad de subranuras de tiempo. Por ejemplo, la ranura de tiempo 1 702 puede incluir N subranuras de tiempo (por ejemplo, subranura de tiempo 1 702(1), subranura de tiempo 2 702(2),..., subranura de tiempo i 702(i),... y subranura de tiempo N 702(N). En otro ejemplo, la ranura de tiempo 2 704 puede incluir M subranuras de tiempo (por ejemplo, subranura de tiempo 1 704(1), subranura de tiempo 2 704(2),..., subranura de tiempo j 704(j),... y subranura de tiempo M 702(M). Las ranuras de tiempo pueden asignarse dentro de una estructura de trama, de subtrama o de supertrama según se permita, por ejemplo mediante LTE. El recurso de distancia también puede definirse como una banda de frecuencia separada o un subconjunto de subportadoras o tonos en un sistema OFDMA. En un aspecto, secuencias específicas de ensanchamiento de código pueden asignarse como un recurso de distancia. Los recursos de distancia pueden configurarse en toda la red, en toda la célula o en cada dispositivo móvil/estación base. El recurso de distancia puede subdividirse, por ejemplo, dividirse en una sección de enlace ascendente y de enlace descendente. De forma alternativa, recursos de distancia independientes se pueden asignar para el enlace ascendente y el enlace descendente. El recurso de distancia se puede usar para la señalización y el intercambio de datos entre el dispositivo móvil y estaciones base distintas de la estación base de servicio. El recurso de distancia puede compartirse entre múltiples estaciones base o múltiples dispositivos móviles de una manera preconfigurada, planificada o basada en contienda.

[0063] La FIG. 8 es un diagrama 800 que ilustra un barrido de haz de estación base 810 y un barrido de haz de estación móvil 850. Con referencia al barrido de haz de estación base 810, un alcance angular de la estación base se indica mediante la referencia 812. La estación base puede transmitir una pluralidad de haces correspondientes a una pluralidad de sectores dentro del alcance angular. Por ejemplo, la estación base puede transmitir un haz a lo largo de un primer sector 814(1), un segundo sector 814(2), ..., un (i-1)-ésimo sector 814(i-1), un i-ésimo sector 814(i), un (i+1)-ésimo sector 814(i+1),..., un (N-1)-ésimo sector 814(N-1) y un N-ésimo sector 814(N). Con referencia al barrido de haz de la estación móvil 850, la estación móvil puede transmitir una pluralidad de haces correspondientes a una pluralidad de sectores dentro de un alcance angular de la estación móvil. Por ejemplo, la estación móvil puede transmitir un haz a lo largo de un primer sector 854(1), un segundo sector 854(2), un j-ésimo sector 854(j), un (j+1)-ésimo sector 854(j+1), un (M-1)-ésimo sector 854(M-1) y un M-ésimo sector 854(M). En el ejemplo mostrado en la FIG. 8, j puede ser igual a 3 y M puede ser igual a 6.

[0064] La FIG. 9 es un diagrama 900 que ilustra una secuencia de acondicionamiento de haz a través de diferentes ranuras de tiempo. En un aspecto, todas las estaciones base en la red pueden estar sincronizadas en el tiempo y mantener una estructura de tramas en toda la red en el dominio del tiempo. En consecuencia, una parte fija de los recursos de tiempo, tal como una fracción de una trama, puede asignarse como un recurso de distancia en toda la red. El recurso puede subdividirse en ranuras de tiempo, donde una primera ranura de tiempo puede admitir un barrido de haz de estación base, una segunda ranura de tiempo puede admitir un barrido de haz de estación móvil, una tercera ranura de tiempo puede admitir solicitudes de acceso por la estación móvil a la estación base, y una cuarta ranura de tiempo puede permitir que la estación base responda a las solicitudes de la estación móvil.

[0065] Se puede describir una secuencia de acondicionamiento de haz entre una estación móvil (MS) (por ejemplo, UE) y una estación base (BS) con respecto a las FIGS. 7-9. En un aspecto, la BS y la MS están suficientemente sincronizadas en el tiempo y un canal entre las mismas es recíproco, tal como en sistemas de duplexación por división de tiempo (TDD). La sincronización de tiempo permite que la MS y la BS tengan tramas y ranuras de tiempo alineadas en el tiempo. Además, la aparición de ranuras de tiempo 1 a 4 dentro de una estructura de tramas puede predefinirse o compartirse entre la BS y la MS de alguna manera.

[0066] Con referencia a la FIG. 9, la BS puede subdividir un alcance de cobertura angular horizontal en N sectores (FIG. 8) y subdividir la primera ranura de tiempo 920 (ranura de tiempo 1) en la misma cantidad de subranuras de tiempo (FIG. 7). Para el barrido de baliza de transmisión de BS 922, la BS puede atravesar los sectores en una secuencia predefinida transmitiendo una baliza en un haz estrecho en cada sector. Cada baliza puede contener información de señalización, tal como un identificador de BS (ID de BS). Durante el barrido de baliza de transmisión de BS 922, la MS activa un receptor con un haz abierto 924 de modo que la MS pueda recibir balizas de BS desde todas las direcciones posibles. Al recibir una señal de baliza de BS, la MS descodifica y almacena/guarda en caché la ID de BS así como la subranura de tiempo en la que se recibió la señal de baliza con la intensidad de señal más fuerte (por ejemplo, i-ésima subranura de tiempo en la FIG. 7 y el i-ésimo sector en la FIG. 8).

[0067] Todavía con referencia a la FIG. 9, en la segunda ranura de tiempo 940 (ranura de tiempo 2), la BS puede transmitir una baliza con un haz de antena abierto 962 mientras la MS realiza un barrido de haz de recepción 964 en su receptor con respecto a M sectores usando M subranuras de tiempo. Esto permite que la MS determine el mejor haz de MS para comunicarse con la BS (por ejemplo, j-ésima subranura de tiempo en la FIG. 7 y j-ésimo sector en la FIG. 8). N, el número de sectores de BS, puede ser diferente de M, el número de sectores de MS.

5 **[0068]** En la tercera ranura de tiempo 960 (ranura de tiempo 3), la BS puede realizar un barrido de haz de recepción 962 con su receptor usando los mismos sectores y la misma secuencia que en la primera ranura de tiempo 920 (ranura de tiempo 1). La MS, habiendo determinado previamente la mejor subranura de tiempo para contactar con la BS, puede transmitir una señal de acceso en la subranura de tiempo con el mejor haz de transmisión de MS 964 para la BS (por ejemplo, j-ésimo haz en la FIG. 8). La MS puede insertar un identificador de MS (ID de MS) en la señal de acceso. La BS, que recibe la señal de acceso, puede obtener el ID de MS así como un haz de BS correspondiente para comunicarse con la MS.

10 **[0069]** En la cuarta ranura de tiempo 980 (ranura de tiempo 4), después de enviar la señal de acceso, la MS esperará una respuesta de la BS y, por lo tanto, forma un haz de recepción de MS 984 correspondiente para recibir la respuesta de BS. La BS puede transmitir la respuesta a la señal de acceso usando un haz de transmisión de BS 982 apropiado (por ejemplo, el i-ésimo haz en la FIG. 8). Mediante el intercambio de señales de acceso y de respuesta (toma de contacto), la MS y la BS han descubierto conjuntamente el mejor par de haces para comunicarse entre sí. Se pueden asignar ranuras de tiempo adicionales para intercambiar información adicional.

15 **[0070]** En un aspecto, la MS puede solicitar un recurso de distancia de una BS de servicio. La BS de servicio puede coordinarse con BS vecinas por medio de una red de retorno para asignar el recurso de distancia y reenviar el resultado a la MS.

20 **[0071]** En otro aspecto, la MS puede autoasignar el recurso de distancia por medio de un procedimiento "escuchar antes de hablar" (LBT). Aquí, la MS puede escuchar y esperar hasta que un canal esté libre, y después difundir un barrido de haz de señal de baliza a las BS vecinas. Dado que la BS de servicio también puede realizar un procedimiento LBT, la BS de servicio no reenviará datos a la MS cuando observe que la MS está en un modo de difusión. La BS de servicio puede proporcionar además tiempo suficiente para que las BS vecinas respondan al barrido de MS (por ejemplo, por medio del propio barrido de las BS vecinas) antes de que la BS de servicio inicia otras transmisiones de datos. De manera similar, la BS de servicio puede iniciar un barrido de haz de transmisión después de una evaluación de canal libre. Las MS atendidas por dicha BS pueden retener transmisiones de datos hasta después de que se complete el barrido de transmisión de la BS de modo que las MS de células vecinas puedan realizar su propio barrido o un intento de acceso aleatorio a la BS. Los procedimientos analizados anteriormente cumplen con los protocolos de interfaz aérea de tipo acceso múltiple por detección de portadora (CSMA).

25 **[0072]** La secuencia de acondicionamiento de haz se basa en la suposición de que cada MS y BS pueden conmutar entre múltiples haces de antena. Cada haz puede crearse por medio de una multitud de elementos de antena seleccionando un vector de amplitud y fase apropiado. De forma alternativa, los haces pueden cambiarse conmutando entre antenas individuales o usando una matriz de conmutación conectada a múltiples antenas, tal como una matriz de Butler. La secuencia de refinamiento de haz puede conmutar entre un subconjunto de haces disponibles, por ejemplo, o conmutar haces con un tamaño de paso más pequeño. El mejor haz producido por una secuencia de acondicionamiento de haz o de refinamiento de haz puede representarse de forma concisa, por ejemplo, por medio de un identificador de haz (ID) o un vector que representa amplitudes y ajustes de fase de un sistema de antenas.

30 **[0073]** En un aspecto, la secuencia de acondicionamiento de haz y de refinamiento de haz puede implementarse de acuerdo con los protocolos descritos en las especificaciones técnicas IEEE 802.11ad. En otro aspecto, una métrica de intensidad de enlace puede basarse en una medición de intensidad de señal, una medición de relación de señal a ruido (SNR), una medición de relación de señal a interferencia más ruido (SINR), una estimación de velocidad de transferencia de datos, o similar. En otro aspecto, la información de estado (información de señalización) para los candidatos a estación base puede incluir un ID de célula, un desplazamiento de tiempo, una clave de sesión, ajustes de configuración de célula, un preámbulo dedicado para el acceso o información referente a recursos de distancia para acceder a un candidato a estación base.

35 **[0074]** En un aspecto, una secuencia de acondicionamiento de haz puede producir múltiples pares de haces, donde cada par de haces se alinea con un trayecto de propagación entre una MS y una BS. La MS puede guardar en caché toda o una parte de la información de estado asociada a los pares de haces. La MS puede guardar en caché la información de estado de pares de haces que corresponden a enlaces que la MS mantiene con una BS de servicio y pares de haces que corresponden a enlaces que la MS mantiene con cualquier BS candidata. La gestión de haz por enlace se puede realizar, por ejemplo, durante períodos de señalización que se usan para secuencias de acondicionamiento de haz. La gestión de haz por enlace puede permitir que nodos de extremo (MS y BS) seleccionen uno de los trayectos, conmuten entre los trayectos o apliquen un mecanismo para utilizar múltiples trayectos para la multiplexación de datos.

40 **[0075]** En un aspecto, aunque muchos de los procedimientos mencionados anteriormente se describen con respecto al dispositivo móvil/la MS, los procedimientos pueden aplicarse de manera equivalente a la BS. Como tal, un recurso de distancia puede asignarse a la BS, que la BS usa para comunicarse con posibles candidatos a MS que son atendidos por BS vecinas. La BS puede aplicar secuencias de acondicionamiento y de refinamiento de haz de la misma manera que la MS. Además, la BS puede crear información de estado para los candidatos a MS de forma similar a cómo una MS crea información de estado para los candidatos a BS. Las decisiones basadas en métricas de enlace aplicadas por la BS para decidir si designar una MS como candidato, suspender la candidatura de una MS y/o

iniciar un traspaso pueden ser similares a las decisiones basadas en métrica de enlace aplicadas por la MS. En un aspecto, puede haber una correspondencia de uno a uno entre un candidato a MS y un candidato a BS. Como tal, una BS que es un candidato de una MS también debe designar la MS como candidato (y viceversa).

5 **[0076]** La FIG. 10 es un diagrama de flujo 1000 de un procedimiento para mantener un enlace con una red inalámbrica. El procedimiento puede ser realizado por un UE (por ejemplo, el dispositivo móvil en la FIG. 6 o la estación móvil en las FIG. 8 y 9). En el bloque 1002, el UE comunica datos con la red inalámbrica por medio de un primer enlace con una primera estación base.

10 **[0077]** En el bloque 1004, el UE adquiere un recurso para realizar una secuencia de acondicionamiento de haz con una segunda estación base. El recurso adquirido permite que la secuencia de acondicionamiento de haz con la segunda estación base se realice mientras los datos se comunican por medio del primer enlace. En un aspecto, el recurso es al menos uno de una ranura de tiempo o una banda de frecuencia. El recurso puede adquirirse por medio una asignación de recursos desde al menos una de la primera estación base o la segunda estación base. De forma alternativa, el recurso puede ser adquirido de forma independiente por el UE.

15 **[0078]** En el bloque 1006, el UE realiza la secuencia de acondicionamiento de haz e intercambia información de señalización con la segunda estación base usando el recurso para establecer un segundo enlace hacia la segunda estación base. La información de señalización puede incluir, por ejemplo, un ID de estación base, un ID de célula, información de temporización, información específica de enlace (por ejemplo, clave de sesión) y/o un tipo de haz para la comunicación en el segundo enlace. En un aspecto, los datos se comunican con la primera estación base por medio del primer enlace, mientras que segundos datos se comunican con la segunda estación base por medio del segundo enlace. Los datos recibidos por medio del primer enlace y los segundos datos recibidos por medio del segundo enlace pueden combinarse en un solo flujo de datos. De forma adicional o alternativa, los datos transmitidos por medio del primer enlace y los segundos datos transmitidos por medio del segundo enlace pueden generarse a partir de un único flujo de datos.

20 **[0079]** En el bloque 1008, el UE evalúa una intensidad de enlace del segundo enlace basándose en la secuencia de acondicionamiento de haz. En el bloque 1010, el UE puede almacenar/guardar en caché la información de señalización intercambiada con la segunda estación base cuando la intensidad de enlace del segundo enlace es superior a un umbral.

25 **[0080]** En el bloque 1012, el UE determina si se debe conmutar la comunicación de datos desde el primer enlace al segundo enlace basándose en la evaluación. En un aspecto, el UE puede determinar si se debe realizar la conmutación realizando primero una secuencia de refinamiento de haz e intercambiando información de señalización con la primera estación base usando otro recurso. La secuencia de acondicionamiento de haz y la secuencia de refinamiento de haz pueden realizarse por medio de una sola radio. A continuación, el UE evalúa la intensidad de enlace del primer enlace basándose la secuencia de refinamiento de haz y compara al menos una de la intensidad de enlace del primer enlace o la intensidad de enlace del segundo enlace con un umbral. La comunicación de datos se puede conmutar del primer enlace al segundo enlace cuando la intensidad de enlace del primer enlace es menor que el umbral, o la intensidad de enlace del segundo enlace es mayor que el umbral.

30 **[0081]** En otro aspecto, el UE puede determinar si se debe realizar la conmutación notificando primero a la red inalámbrica por medio de la primera estación base o la segunda estación base al menos una de la intensidad de enlace del primer enlace, la intensidad de enlace del segundo enlace o la comparación con el umbral. Posteriormente, el UE puede recibir, en respuesta a la notificación, un mensaje de conmutación desde la red inalámbrica por medio de la primera estación base o la segunda estación base. En consecuencia, el UE puede conmutar la comunicación de datos desde el primer enlace al segundo enlace basándose en el mensaje de conmutación recibido.

35 **[0082]** En el bloque 1014, el UE puede usar la información de señalización almacenada para comunicarse con la segunda estación base cuando la comunicación de datos se conmuta al segundo enlace.

40 **[0083]** La FIG. 11 es un diagrama de flujo de datos 1100 que ilustra el flujo de datos entre diferentes módulos/medios/componentes en un aparato 1102 ejemplar. El aparato puede ser un UE (por ejemplo, un dispositivo móvil en la FIG. 6 o una estación móvil en las FIG. 8 y 9) para mantener un enlace con una red inalámbrica 1180. El aparato incluye un módulo receptor 1104, un módulo de comunicación de datos 1106, un módulo de adquisición de recursos 1108, un módulo de acondicionamiento/refinamiento de haz 1110, un módulo de evaluación de intensidad de enlace 1112, una memoria 1114 y un módulo de transmisión 1116.

45 **[0084]** El módulo de comunicación de datos 1106 comunica datos con la red inalámbrica 1180 por medio de un primer enlace con una primera estación base 1150. El módulo de adquisición de recursos 1108 adquiere un recurso para realizar una secuencia de acondicionamiento de haz con una segunda estación base 1160. El recurso adquirido permite que la secuencia de acondicionamiento de haz con la segunda estación base 1160 se realice mientras los datos se comunican por medio del primer enlace. En un aspecto, el recurso es al menos uno de una ranura de tiempo o una banda de frecuencia. El recurso puede adquirirse por medio una asignación de recursos de al menos una de la

50 **[0084]** El módulo de comunicación de datos 1106 comunica datos con la red inalámbrica 1180 por medio de un primer enlace con una primera estación base 1150. El módulo de adquisición de recursos 1108 adquiere un recurso para realizar una secuencia de acondicionamiento de haz con una segunda estación base 1160. El recurso adquirido permite que la secuencia de acondicionamiento de haz con la segunda estación base 1160 se realice mientras los datos se comunican por medio del primer enlace. En un aspecto, el recurso es al menos uno de una ranura de tiempo o una banda de frecuencia. El recurso puede adquirirse por medio una asignación de recursos de al menos una de la

55 **[0084]** El módulo de comunicación de datos 1106 comunica datos con la red inalámbrica 1180 por medio de un primer enlace con una primera estación base 1150. El módulo de adquisición de recursos 1108 adquiere un recurso para realizar una secuencia de acondicionamiento de haz con una segunda estación base 1160. El recurso adquirido permite que la secuencia de acondicionamiento de haz con la segunda estación base 1160 se realice mientras los datos se comunican por medio del primer enlace. En un aspecto, el recurso es al menos uno de una ranura de tiempo o una banda de frecuencia. El recurso puede adquirirse por medio una asignación de recursos de al menos una de la

60 **[0084]** El módulo de comunicación de datos 1106 comunica datos con la red inalámbrica 1180 por medio de un primer enlace con una primera estación base 1150. El módulo de adquisición de recursos 1108 adquiere un recurso para realizar una secuencia de acondicionamiento de haz con una segunda estación base 1160. El recurso adquirido permite que la secuencia de acondicionamiento de haz con la segunda estación base 1160 se realice mientras los datos se comunican por medio del primer enlace. En un aspecto, el recurso es al menos uno de una ranura de tiempo o una banda de frecuencia. El recurso puede adquirirse por medio una asignación de recursos de al menos una de la

65 **[0084]** El módulo de comunicación de datos 1106 comunica datos con la red inalámbrica 1180 por medio de un primer enlace con una primera estación base 1150. El módulo de adquisición de recursos 1108 adquiere un recurso para realizar una secuencia de acondicionamiento de haz con una segunda estación base 1160. El recurso adquirido permite que la secuencia de acondicionamiento de haz con la segunda estación base 1160 se realice mientras los datos se comunican por medio del primer enlace. En un aspecto, el recurso es al menos uno de una ranura de tiempo o una banda de frecuencia. El recurso puede adquirirse por medio una asignación de recursos de al menos una de la

primera estación base 1150 o la segunda estación base 1160. De forma alternativa, el recurso puede ser adquirido de forma independiente por el módulo de adquisición de recursos 1108.

5 **[0085]** El módulo de acondicionamiento/refinamiento de haz 1110 realiza la secuencia de acondicionamiento de haz e intercambia información de señalización con la segunda estación base 1160 (por medio del módulo receptor 1104 y el módulo transmisor 1116) usando el recurso para establecer un segundo enlace hacia la segunda estación base 1160. La información de señalización puede incluir, por ejemplo, un ID de estación base, un ID de célula, información de temporización, información específica de enlace (por ejemplo, clave de sesión) y/o un tipo de haz para la comunicación en el segundo enlace. En un aspecto, los datos se comunican con la primera estación base 1150 por medio del primer enlace, mientras que segundos datos se comunican con la segunda estación base 1160 por medio del segundo enlace. Los datos recibidos por medio del primer enlace y los segundos datos recibidos por medio del segundo enlace pueden combinarse en un solo flujo de datos. De forma adicional o alternativa, los datos transmitidos por medio del primer enlace y los segundos datos transmitidos por medio del segundo enlace pueden generarse a partir de un único flujo de datos.

15 **[0086]** El módulo de evaluación de intensidad de enlace 1112 evalúa la intensidad de enlace del segundo enlace basándose en la secuencia de acondicionamiento de haz. La memoria puede almacenar/guardar en caché la información de señalización intercambiada con la segunda estación base 1160 cuando la intensidad de enlace del segundo enlace es superior a un umbral.

20 **[0087]** El módulo de comunicación de datos 1106 determina si se debe conmutar la comunicación de datos desde el primer enlace al segundo enlace basándose en la evaluación. En un aspecto, el módulo de comunicación de datos 1106 puede determinar si se debe realizar la conmutación permitiendo que el módulo de acondicionamiento/refinamiento de haz 1110 realice primero una secuencia de refinamiento de haz e intercambie información de señalización con la primera estación base 1150 (por medio del módulo receptor 1104 y el módulo de transmisión 1116) usando otro recurso. La secuencia de acondicionamiento de haz y la secuencia de refinamiento de haz pueden realizarse por medio de una sola radio. A continuación, el módulo de evaluación de intensidad de enlace 1112 evalúa la intensidad de enlace del primer enlace basándose en la secuencia de refinamiento de haz y compara al menos una de la intensidad de enlace del primer enlace o la intensidad de enlace del segundo enlace con un umbral. El módulo de comunicación de datos 1106 puede conmutar la comunicación de datos desde el primer enlace al segundo enlace cuando la intensidad de enlace del primer enlace es menor que el umbral, o la intensidad de enlace del segundo enlace es mayor que el umbral.

25 **[0088]** En otro aspecto, el módulo de comunicación de datos 1106 puede determinar si se debe realizar la conmutación notificando primero (usando el módulo de transmisión 1116) a la red inalámbrica 1180 por medio de la primera estación base 1150 o la segunda estación base 1160 al menos una de la intensidad de enlace del primer enlace, la intensidad de enlace del segundo enlace o la comparación con el umbral. Posteriormente, el módulo de comunicación de datos 1106 puede recibir (por medio del módulo de recepción 1104), en respuesta a la notificación, un mensaje de conmutación desde la red inalámbrica 1180 por medio de la primera estación base 1150 o la segunda estación base 1160. En consecuencia, el módulo de comunicación de datos 1106 puede conmutar la comunicación de datos desde el primer enlace al segundo enlace basándose en el mensaje de conmutación recibido. El módulo de comunicación de datos 1106 puede usar la información de señalización almacenada en la memoria 1114 para comunicarse con la segunda estación base 1160 cuando la comunicación de datos conmuta al segundo enlace.

35 **[0089]** El aparato puede incluir módulos adicionales que llevan a cabo cada uno de los bloques del algoritmo en el diagrama de flujo de la FIG. 10 mencionado anteriormente. Como tal, cada bloque en el diagrama de flujo de la FIG. 10 mencionado anteriormente puede ser realizado por un módulo 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/algoritmo mencionados, implementados por un procesador configurado para realizar los procesos/algoritmo mencionados, almacenados dentro de un medio legible por ordenador para su implementación por un procesador, o alguna combinación de lo anterior.

40 **[0090]** La FIG. 12 es un diagrama 1200 que ilustra un ejemplo de una implementación en hardware para un aparato 1102' que emplea un sistema de procesamiento 1214. El sistema de procesamiento 1214 puede implementarse con una arquitectura de bus, representada, en general, por el bus 1224. El bus 1224 puede incluir un número cualquiera de buses y puentes de interconexión dependiendo de la aplicación específica del sistema de procesamiento 1214 y de las restricciones de diseño globales. El bus 1224 enlaza entre sí diversos circuitos, incluidos uno o más procesadores y/o módulos de hardware, representados mediante el procesador 1204, los módulos 1104, 1106, 1108, 1110, 1112, 1114, 1116 y el medio/memoria legible por ordenador 1206. El bus 1224 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 por lo tanto, no se describirán en mayor detalle.

45 **[0091]** El sistema de procesamiento 1214 puede estar acoplado a un transceptor 1210. El transceptor 1210 está acoplado a una o más antenas 1220. El transceptor 1210 proporciona un medio para la comunicación con otros diversos aparatos a través de un medio de transmisión. El transceptor 1210 recibe una señal desde las una o más antenas 1220, extrae información a partir de la señal recibida y proporciona la información extraída al sistema de

procesamiento 1214, específicamente al módulo de recepción 1104. Además, el transceptor 1210 recibe información desde el sistema de procesamiento 1214, específicamente el módulo de transmisión 1116 y, basándose en la información recibida, genera una señal a aplicar a las una o más antenas 1220. El sistema de procesamiento 1214 incluye un procesador 1204 acoplado a un medio legible por ordenador/una memoria 1206. El procesador 1204 se encarga del procesamiento general, incluyendo la ejecución de software almacenado en el medio legible por ordenador/memoria 1206. El software, cuando se ejecuta por el procesador 1204, hace que el sistema de procesamiento 1214 realice las diversas funciones descritas anteriormente para cualquier aparato particular. El medio legible por ordenador/memoria 1206 se puede usar también para almacenar datos que se manipulan por el procesador 1204 cuando ejecuta software. El sistema de procesamiento incluye además al menos uno de los módulos 1104, 1106, 1108, 1110, 1112, 1114 y 1116. Los módulos pueden ser módulos de software que se ejecutan en el procesador 1204, incluidos/almacenados en el medio legible por ordenador/memoria 1206, uno o más módulos de hardware acoplados al procesador 1204 o alguna combinación de los mismos. El sistema de procesamiento 1214 puede ser un componente del UE 350 y puede incluir la memoria 360 y/o al menos uno del procesador de TX 368, el procesador de RX 356 y el controlador/procesador 359.

[0092] En una configuración, el aparato 1102/1102' de comunicación inalámbrica incluye medios para comunicar datos con la red inalámbrica por medio de un primer enlace con una primera estación base, medios para adquirir un recurso para realizar una secuencia de acondicionamiento de haz con una segunda estación base, donde el recurso adquirido permite realizar la secuencia de acondicionamiento de haz con la segunda estación base mientras se comunican los datos por medio del primer enlace, medios para realizar la secuencia de acondicionamiento de haz e intercambiar información de señalización con la segunda estación base usando el recurso para establecer un segundo enlace hacia la segunda estación base, medios para evaluar una intensidad de enlace del segundo enlace en base a la secuencia de acondicionamiento de haz, medios para determinar si se debe conmutar la comunicación de datos desde el primer enlace al segundo enlace en base a la evaluación, medios para almacenar la información de señalización intercambiada con la segunda estación base cuando la intensidad de enlace del segundo enlace está por encima de un umbral, y medios para usar la información de señalización almacenada para comunicarse con la segunda estación base cuando la comunicación de datos se conmuta al segundo enlace.

[0093] Los medios mencionados anteriormente pueden ser uno o más de los módulos mencionados anteriormente del aparato 1102 y/o del sistema de procesamiento 1214 del aparato 1102', configurados para llevar a cabo las funciones enumeradas por los medios mencionados anteriormente. Como se ha descrito anteriormente, el sistema de procesamiento 1214 puede incluir el procesador de TX 368, el procesador de RX 356 y el controlador/procesador 359. De este modo, en una configuración, los medios mencionados anteriormente pueden ser el procesador de TX 368, el procesador de RX 356 y el controlador/procesador 359, configurados para realizar las funciones enumeradas mediante los medios mencionados anteriormente.

[0094] Debe entenderse que el orden o jerarquía específicos de las etapas de los procesos/diagramas de flujo divulgados es una ilustración de enfoques ejemplares. En base a las preferencias de diseño, debe entenderse que el orden o jerarquía específicos de las etapas de los procesos/diagramas de flujo puede reorganizarse. Además, algunas etapas se pueden combinar u omitir. Las reivindicaciones de procedimiento adjuntas presentan elementos de las diversas etapas en un orden de muestra y no pretenden limitarse al orden o jerarquía específicos presentados.

[0095] La descripción anterior 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 las que la referencia a un elemento en forma singular no pretende significar "uno y solo uno", a no ser que se indique específicamente, sino más bien "uno o más". El término "ejemplar" se usa en el presente documento en el sentido de "que sirve de ejemplo, caso o ilustración". Cualquier aspecto descrito en el presente documento como "ejemplar" no ha de interpretarse necesariamente como preferente o ventajoso con respecto a otros aspectos. A menos que se exprese específicamente lo contrario, el término "alguno/a" se refiere a uno o más. Combinaciones tales como "al menos uno entre A, B o C", "al menos uno 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 entre A, B o C", "al menos uno 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 incluir uno o más elementos de A, B o C. Además, nada de lo divulgado en el presente documento pretende hacerse público, independientemente de si dicha divulgación se menciona explícitamente en las reivindicaciones. Ningún elemento de reivindicación se debe considerar como un medio más una función a menos que el elemento se mencione expresamente usando la expresión "medio(s) para".

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de un equipo de usuario, UE, para mantener un enlace con una red inalámbrica, que comprende:

- 5 comunicar (1002) datos con la red inalámbrica por medio de un primer enlace con una primera estación base;
- adquirir (1004) un recurso para realizar una secuencia de acondicionamiento de haz con una segunda estación base, donde el recurso adquirido permite que la secuencia de acondicionamiento de haz con la segunda estación base se realice mientras los datos se comunican por medio del primer enlace;
- 10 realizar (1006) la secuencia de acondicionamiento de haz e intercambiar información de señalización con la segunda estación base usando el recurso para establecer de este modo un segundo enlace hacia la segunda estación base;
- 15 encaminar tráfico por medio del primer enlace y el segundo enlace;
- realizar una secuencia de refinamiento de haz e intercambiar información de señalización con la primera estación base usando otro recurso;
- 20 evaluar una intensidad de enlace del primer enlace en base a la secuencia de refinamiento de haz asociada a la primera estación base;
- evaluar (1008) una intensidad de enlace del segundo enlace en base a la secuencia de acondicionamiento de haz;
- 25 comparar al menos una de la intensidad de enlace del primer enlace o la intensidad de enlace del segundo enlace con un umbral;
- determinar (1012) si se debe conmutar la comunicación de datos desde el primer enlace al segundo enlace en base a la comparación; y
- 30 conmutar la comunicación de datos desde el primer enlace al segundo enlace en base a la determinación (1012), donde:
- 35 el procedimiento tiene lugar en el rango de onda milimétrica que utiliza pares de haces de antena específicos de enlace y se **caracteriza por que** el establecimiento del segundo enlace y el encaminamiento de tráfico por medio del segundo enlace tienen lugar antes de la conmutación al segundo enlace.

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

- 40 almacenar (1010) la información de señalización intercambiada con la segunda estación base cuando la intensidad de enlace del segundo enlace es superior a un umbral; y
- 45 usar (1014) la información de señalización almacenada para la comunicación con la segunda estación base cuando la comunicación de datos se conmuta al segundo enlace.

3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la conmutación tiene lugar cuando:

- 50 la intensidad de enlace del primer enlace es menor que el umbral; o
- la intensidad de enlace del segundo enlace es mayor que el umbral.

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

- 55 notificar a la red inalámbrica por medio de la primera estación base o la segunda estación base al menos una de la intensidad de enlace del primer enlace, la intensidad de enlace del segundo enlace o la comparación con el umbral; y
- 60 recibir, en respuesta a la notificación, un mensaje de conmutación desde la red inalámbrica por medio de la primera estación base o la segunda estación base,
- en el que la comunicación de datos se conmuta desde el primer enlace al segundo enlace en base al mensaje de conmutación recibido.

65 5. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la secuencia de acondicionamiento de haz y la secuencia de refinamiento de haz se realizan por medio de una única radio.

- 5
6. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que los datos se comunican con la primera estación base por medio del primer enlace mientras que los segundos datos se comunican con la segunda estación base por medio del segundo enlace.
7. El procedimiento de la reivindicación 6, en el que los datos recibidos por medio del primer enlace y los segundos datos recibidos por medio del segundo enlace se combinan en un único flujo de datos.
- 10
8. El procedimiento de la reivindicación 6, en el que los datos transmitidos por medio del primer enlace y los segundos datos transmitidos por medio del segundo enlace se generan a partir de un único flujo de datos.
9. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el recurso:
- 15
- es al menos uno de una ranura de tiempo o una banda de frecuencia; y
- se adquiere por medio de una asignación de recursos desde al menos una de la primera estación base o la segunda estación base, o se adquiere de forma independiente por el UE.
- 20
10. Un equipo de usuario, UE, para mantener un enlace con una red inalámbrica, que comprende:
- medios para comunicar (1002) datos con la red inalámbrica por medio de un primer enlace con una primera estación base;
- 25
- medios para adquirir (1004) un recurso para realizar una secuencia de acondicionamiento de haz con una segunda estación base, donde el recurso adquirido permite que la secuencia de acondicionamiento de haz con la segunda estación base se realice mientras los datos se comunican por medio del primer enlace;
- 30
- medios para realizar (1006) la secuencia de acondicionamiento de haz e intercambiar información de señalización con la segunda estación base usando el recurso para establecer un segundo enlace hacia la segunda estación base;
- medios para establecer el segundo enlace hacia la segunda estación base; medios para encaminar tráfico por medio del primer enlace y el segundo enlace;
- 35
- medios para evaluar una intensidad de enlace del primer enlace en base a una secuencia de refinamiento de haz asociada a la primera estación base;
- medios para evaluar (1008) una intensidad de enlace del segundo enlace en base a la secuencia de acondicionamiento de haz; y
- 40
- medios para determinar (1012) si se debe conmutar la comunicación de datos desde el primer enlace al segundo enlace en base a, al menos, una de la evaluación de la intensidad de enlace del primer enlace o la evaluación de la intensidad de enlace del segundo enlace,
- 45
- medios para conmutar la comunicación de datos desde el primer enlace al segundo enlace en base a los medios de determinación (1012), donde:
- 50
- los medios para evaluar una intensidad de enlace del primer enlace están configurados para realizar la secuencia de refinamiento de haz e intercambiar información de señalización con la primera estación base usando otro recurso;
- los medios para determinar si se debe conmutar la comunicación de datos están configurados para comparar al menos una de la intensidad de enlace del primer enlace o la intensidad de enlace del segundo enlace con un umbral; y
- 55
- los medios usan el rango de onda milimétrica que utiliza pares de haces de antena específicos de enlace, y **está caracterizado por que** los medios para establecer el segundo enlace y los medios para encaminar el tráfico por medio del segundo enlace están configurados para funcionar antes de la conmutación al segundo enlace.
- 60
11. El UE de la reivindicación 10, que comprende además:
- medios para almacenar (1010) la información de señalización intercambiada con la segunda estación base cuando la intensidad de enlace del segundo enlace es superior a un umbral; y
- 65

medios para usar (1014) la información de señalización almacenada para la comunicación con la segunda estación base cuando la comunicación de datos se conmuta al segundo enlace.

5 **12.** El UE de la reivindicación 10, en el que los medios de conmutación están configurados para realizar la conmutación cuando:

la intensidad de enlace del primer enlace es menor que el umbral; o

10 la intensidad de enlace del segundo enlace es mayor que el umbral.

13. El UE de la reivindicación 10, en el que los medios de determinación están configurados además para:

15 notificar a la red inalámbrica por medio de la primera estación base o la segunda estación base al menos una de la intensidad de enlace del primer enlace, la intensidad de enlace del segundo enlace o la comparación con el umbral; y

recibir, en respuesta a la notificación, un mensaje de conmutación desde la red inalámbrica por medio de la primera estación base o la segunda estación base,

20 en el que la comunicación de datos se conmuta desde el primer enlace al segundo enlace en base al mensaje de conmutación recibido.

14. El UE de la reivindicación 10, en el que el recurso:

25 es al menos uno de una ranura de tiempo o una banda de frecuencia; y

se adquiere por medio de una asignación de recursos desde al menos una de la primera estación base o la segunda estación base, o se adquiere de forma independiente por el UE.

30 **15.** Un medio legible por ordenador que comprende código que, cuando es ejecutado por un ordenador, hace que el ordenador lleve a cabo las etapas de procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.

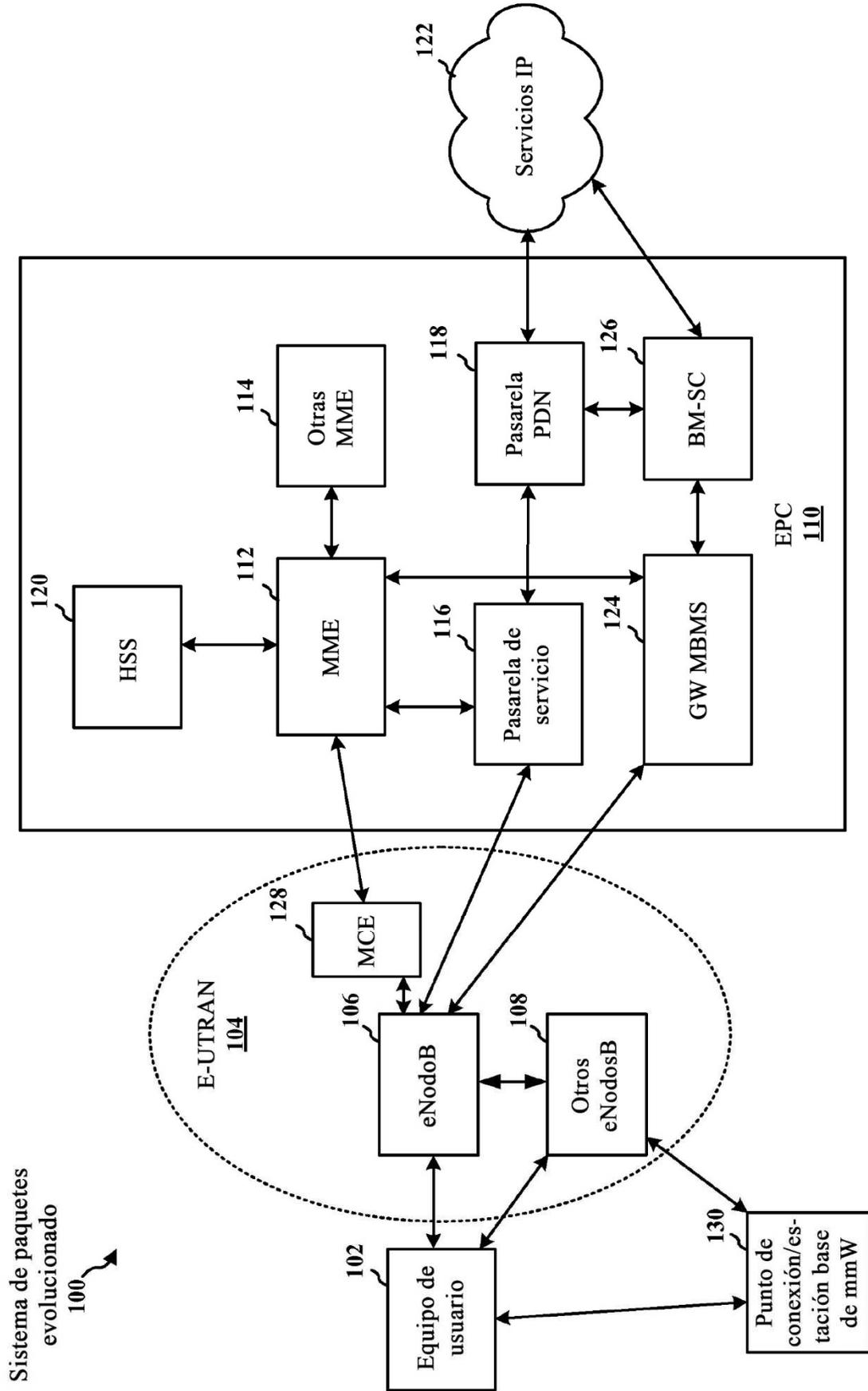


FIG. 1

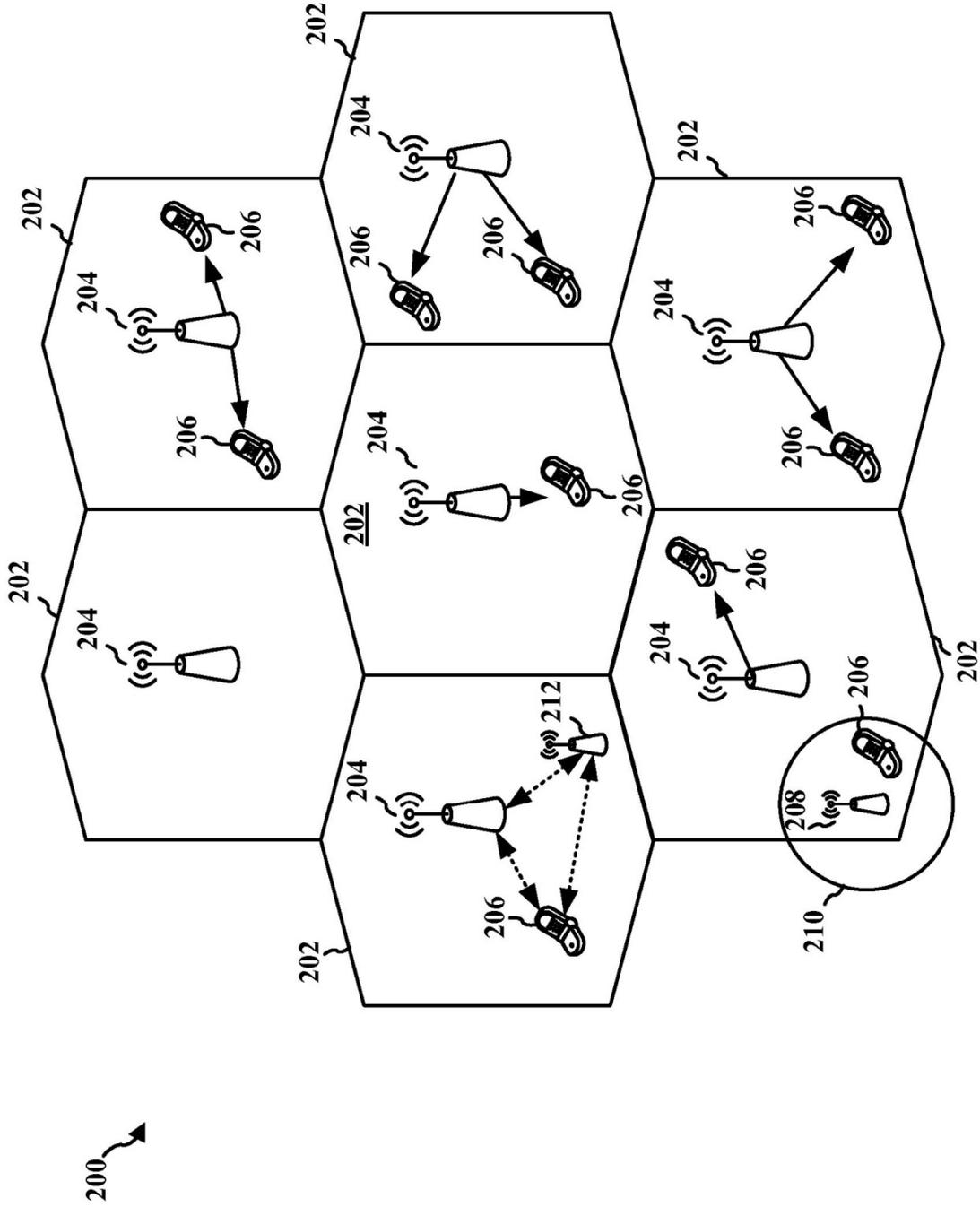


FIG. 2

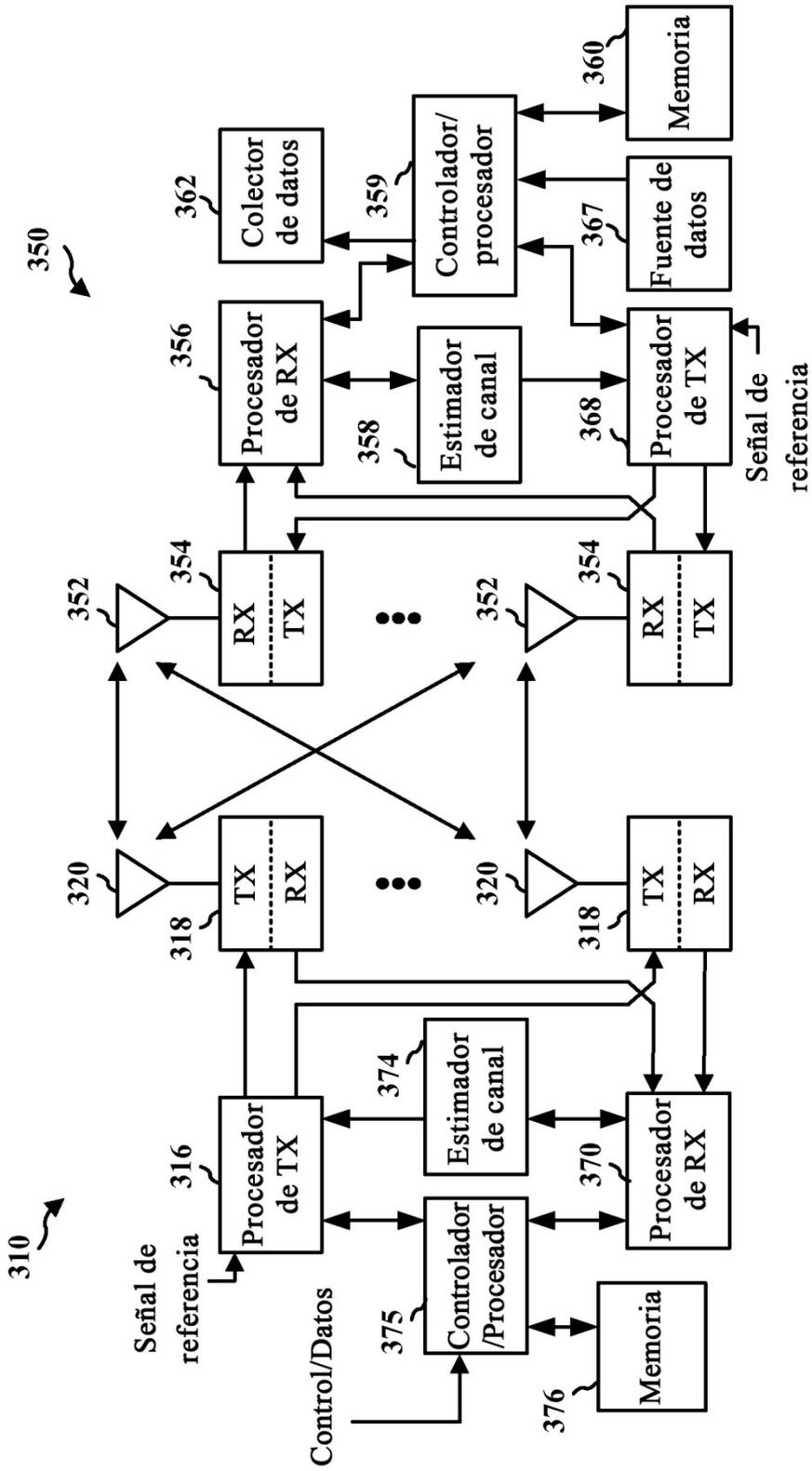


FIG. 3

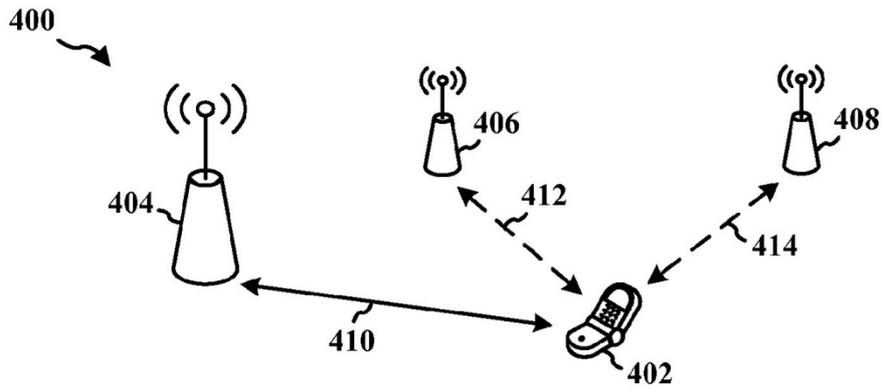


FIG. 4A

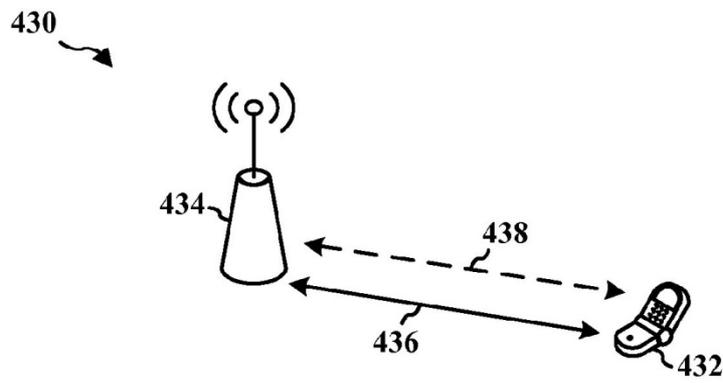


FIG. 4B

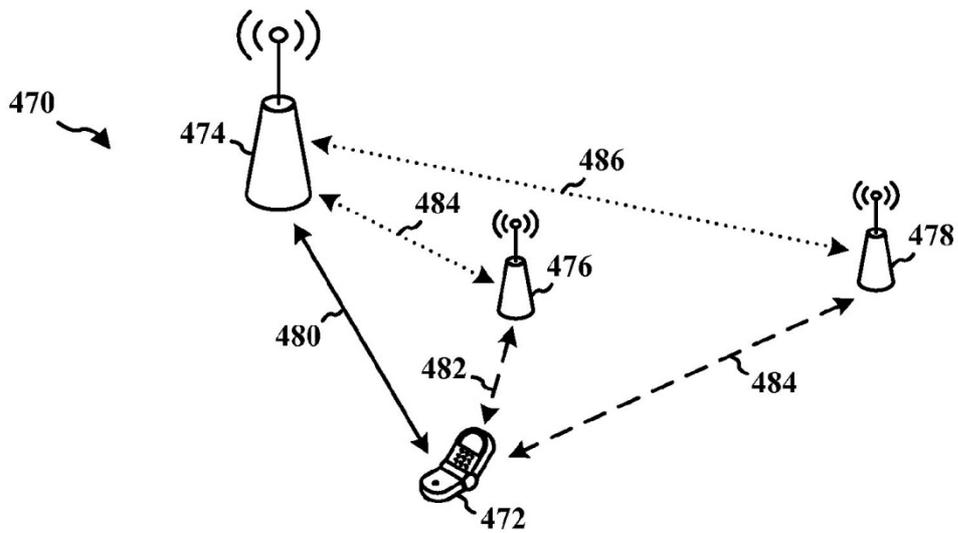


FIG. 4C

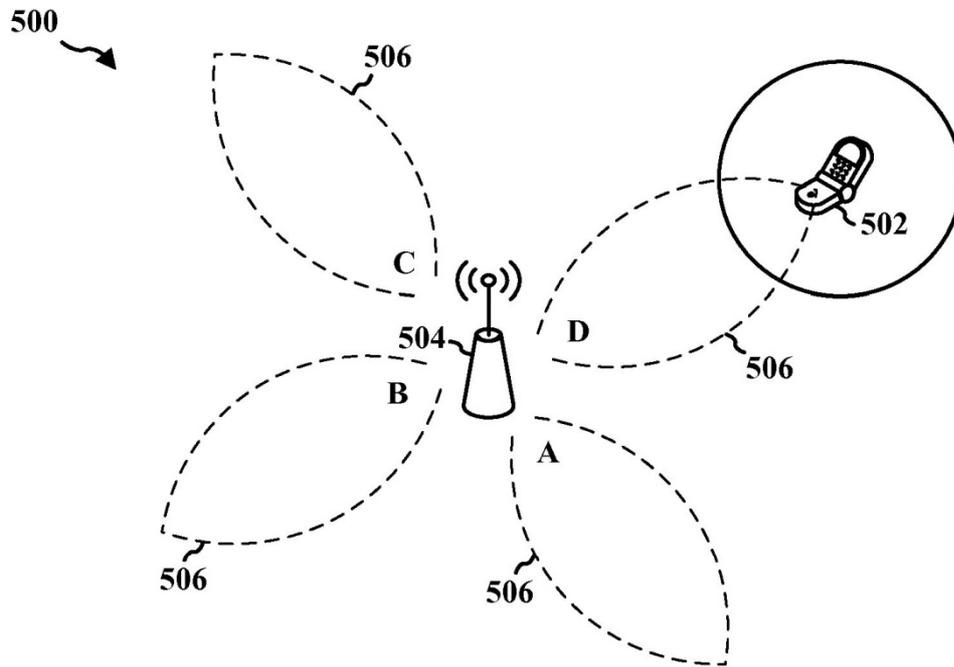


FIG. 5A

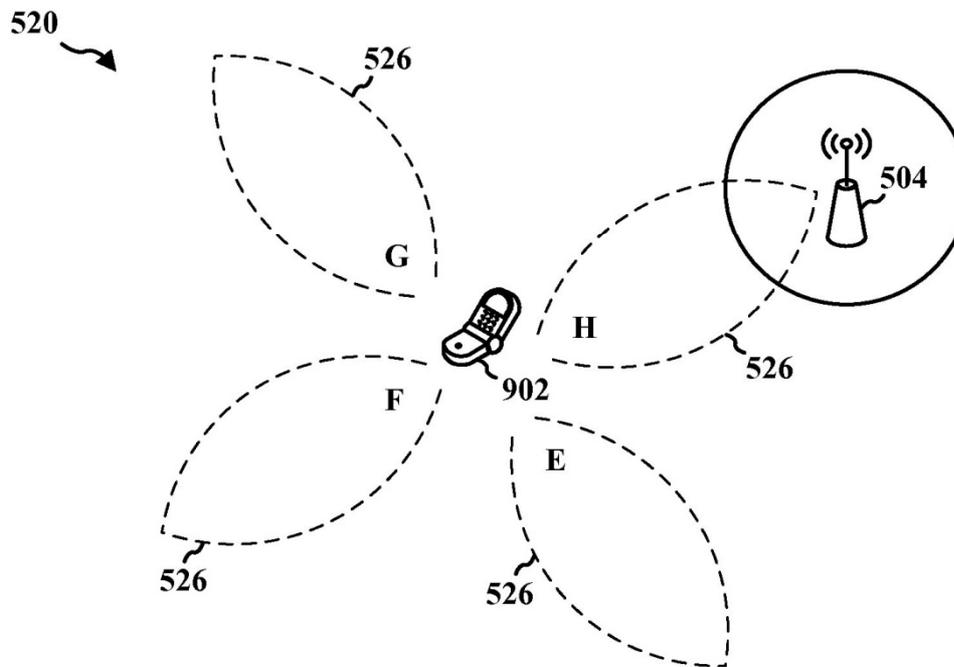


FIG. 5B

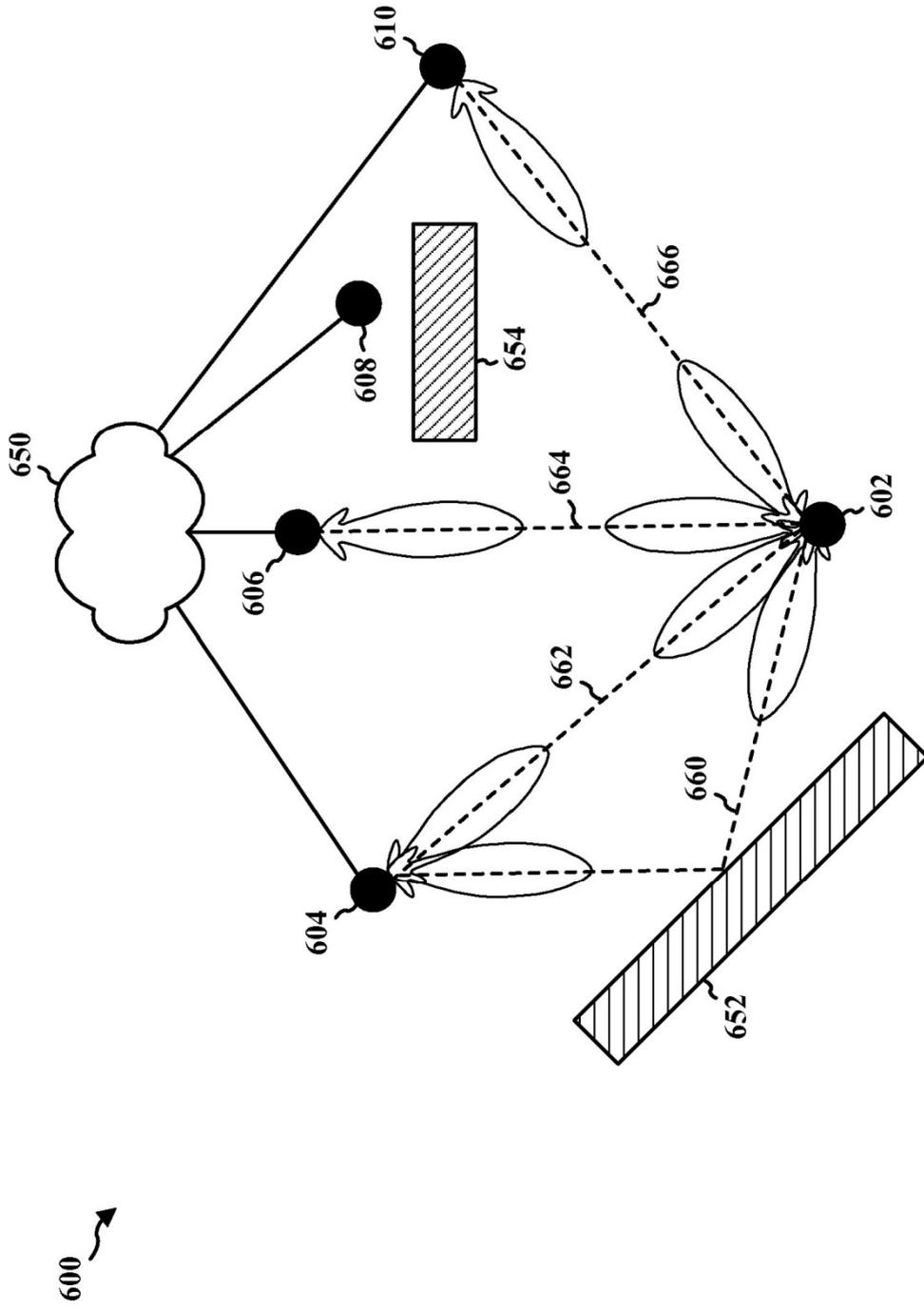


FIG. 6

700 ↗

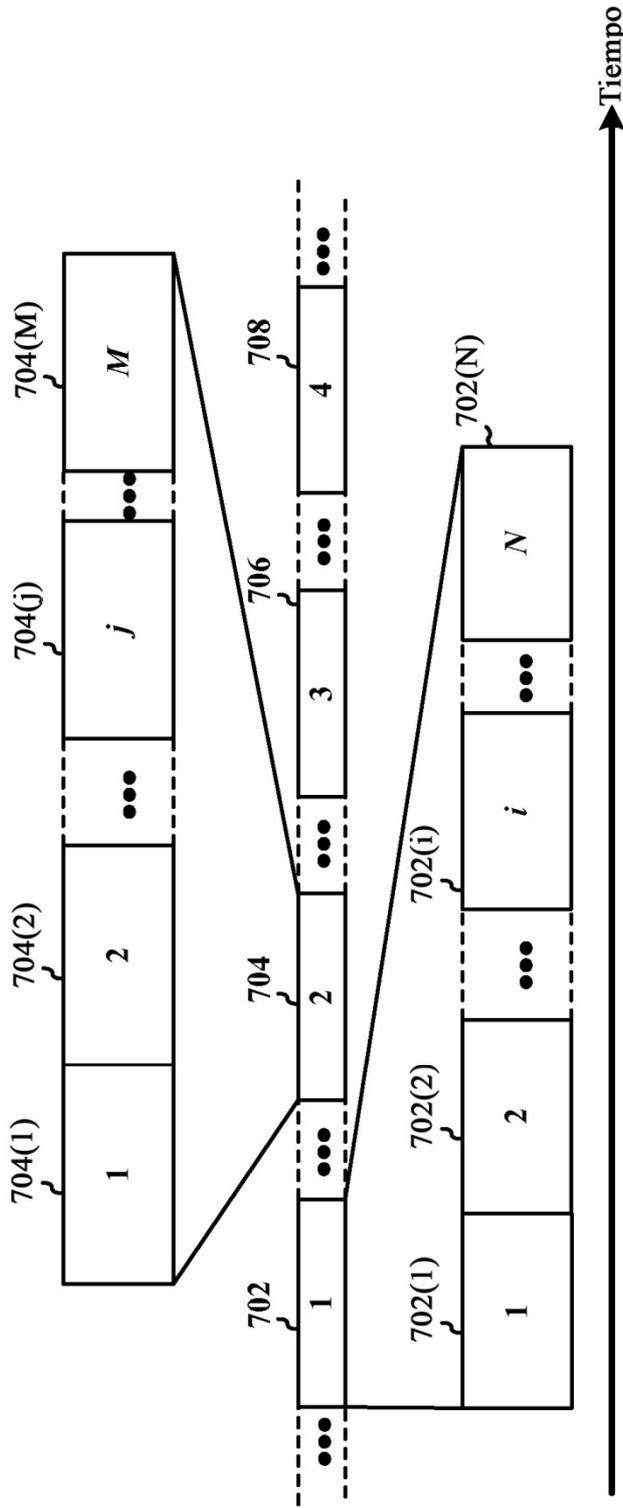


FIG. 7

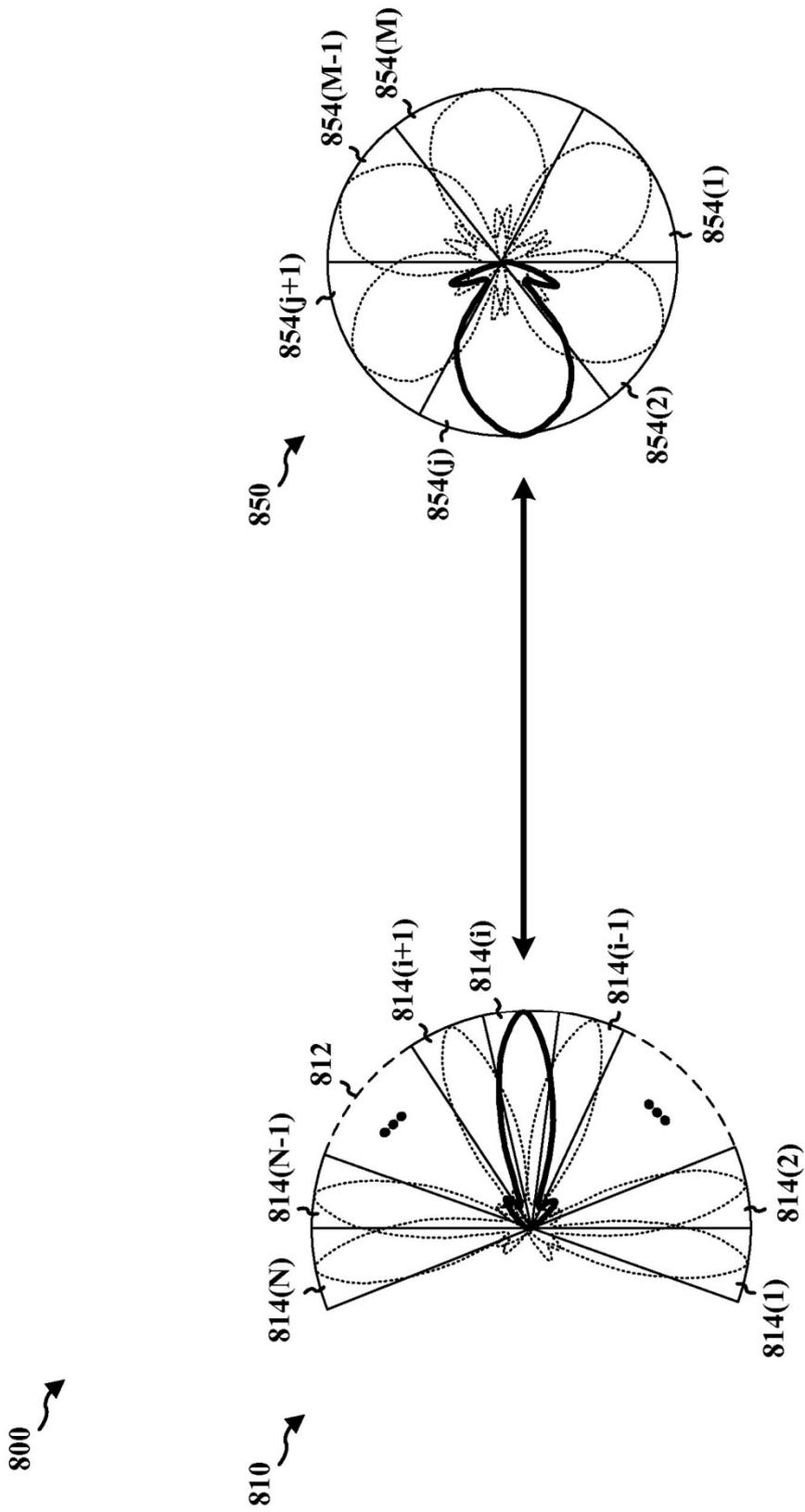


FIG. 8

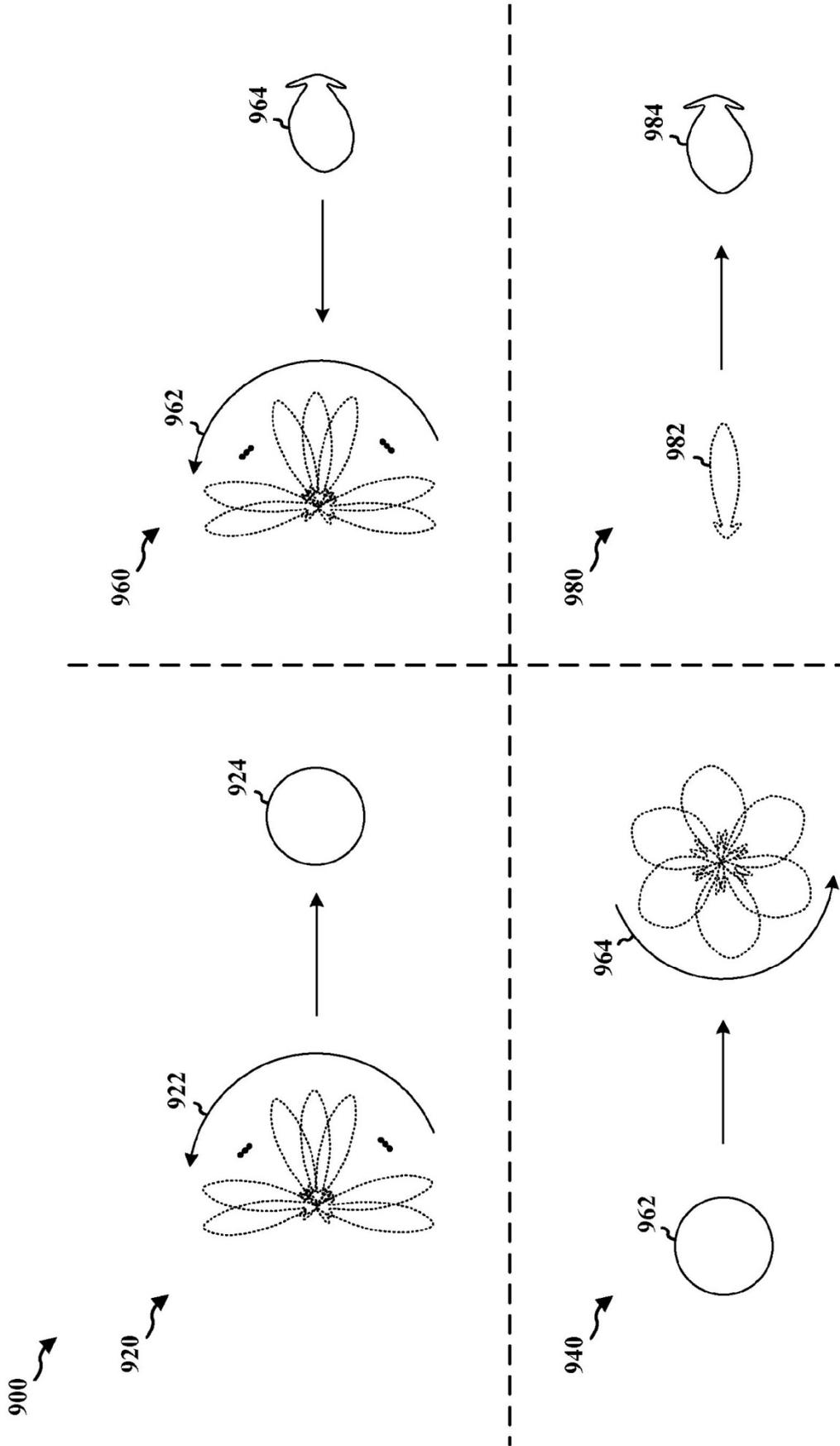


FIG. 9

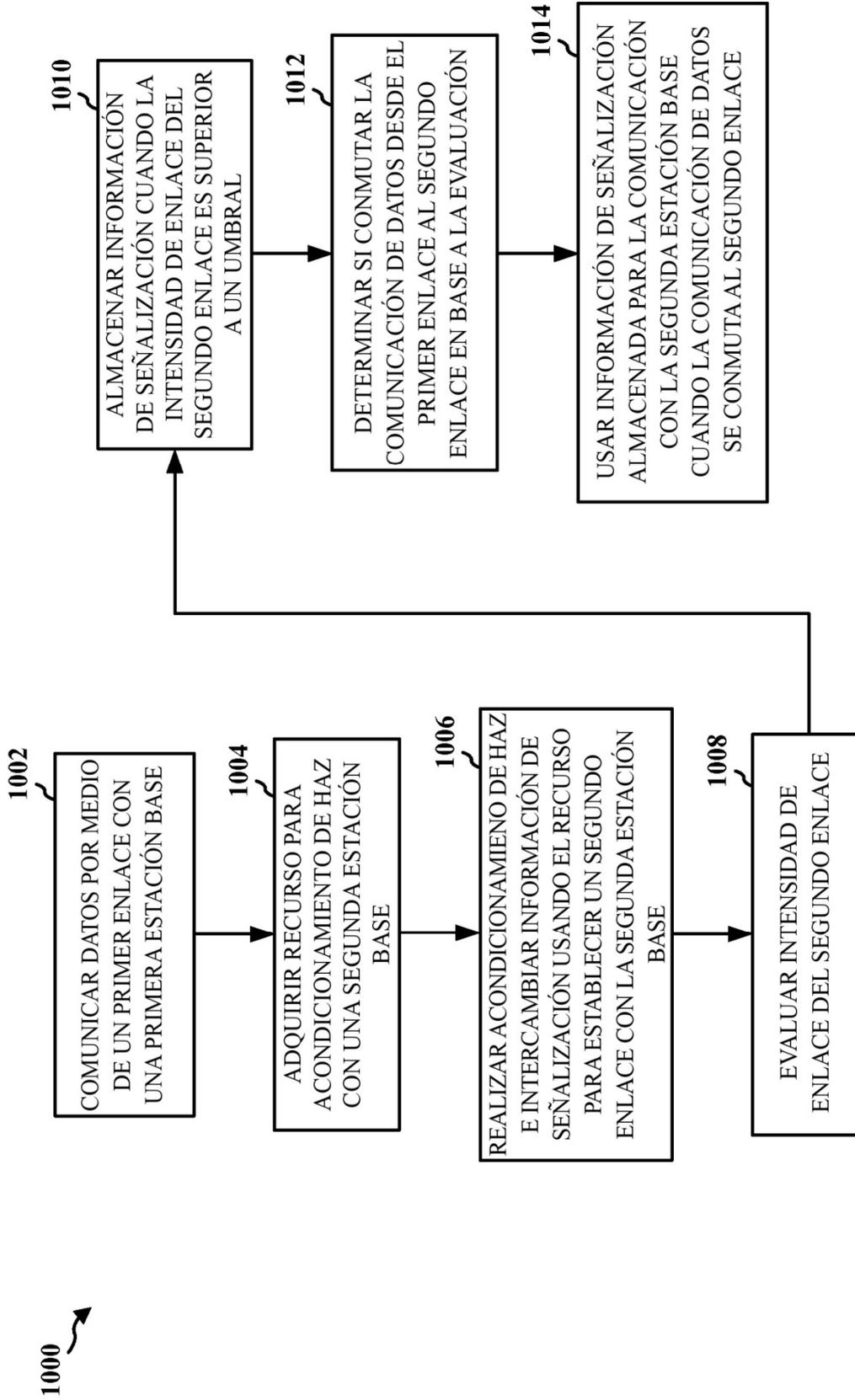


FIG. 10

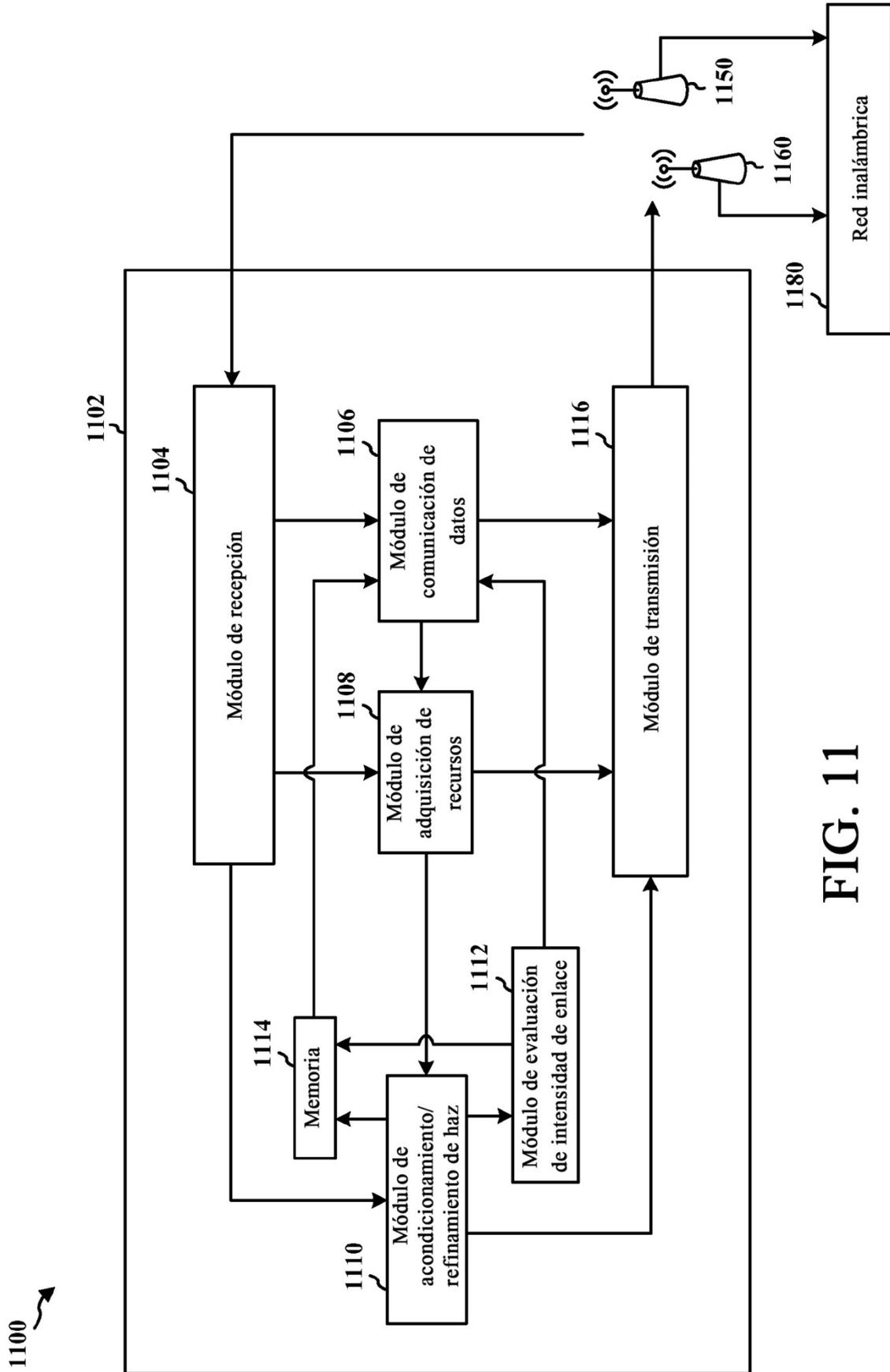


FIG. 11

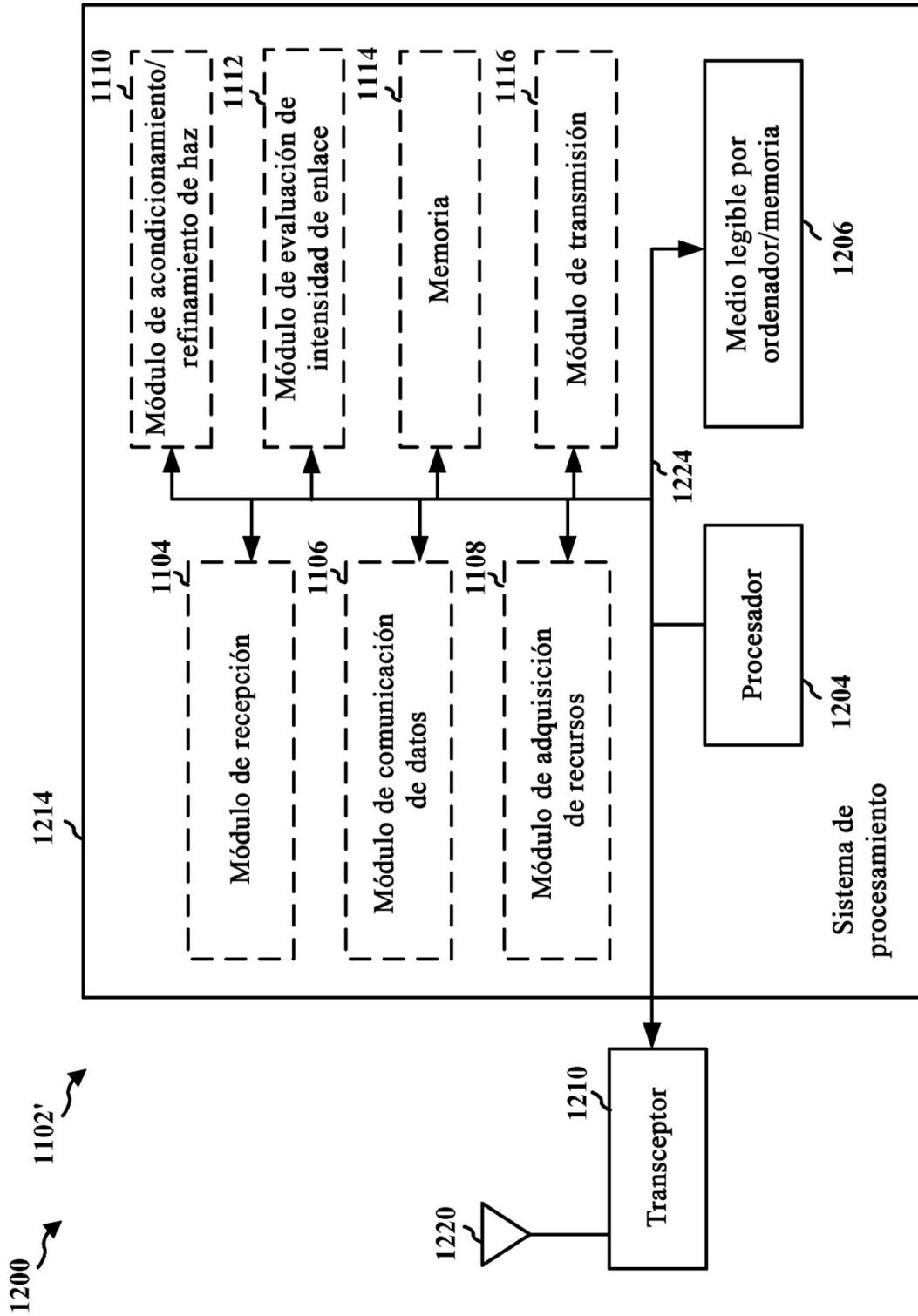


FIG. 12