

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 713 155**

51 Int. Cl.:

H04B 7/04 (2007.01)

H04B 7/06 (2006.01)

H04B 7/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.06.2015 PCT/US2015/037009**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.01.2016 WO16010685**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.06.2015 E 15739383 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.11.2018 EP 3170268**

54 Título: **Procedimientos asimétricos accionados por capacidad para el rastreo de haces en sistemas de acceso de ondas milimétricas**

30 Prioridad:

15.07.2014 US 201414332330

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

20.05.2019

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**RAGHAVAN, VASANTHAN;
SUBRAMANIAN, SUNDAR;
SAMPATH, ASHWIN y
LI, JUNYI**

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 713 155 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

Procedimientos asimétricos accionados por capacidad para el rastreo de haces en sistemas de acceso de ondas milimétricas

5

ANTECEDENTES

Campo

[0001] La presente divulgación se refiere en general a sistemas de comunicación y, más en particular, a procedimientos asimétricos accionados por capacidad para el rastreo de haces en sistemas de acceso de ondas milimétricas (mmW).

Antecedentes

15

[0002] Los sistemas de comunicación inalámbrica están ampliamente implantados para proporcionar varios servicios de telecomunicación, tales como telefonía, vídeo, datos, mensajería y difusiones. Los sistemas típicos de comunicación inalámbrica pueden utilizar tecnologías de acceso múltiple capaces de prestar soporte a la comunicación con múltiples usuarios compartiendo recursos disponibles del sistema (por ejemplo, ancho de banda, potencia de transmisión). Los ejemplos de tales tecnologías de acceso múltiple incluyen sistemas de acceso múltiple por división de código (CDMA), sistemas de acceso múltiple por división del tiempo (TDMA), sistemas de acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), sistemas de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA), sistemas de acceso múltiple por división de frecuencia de portadora única (SC-FDMA) y sistemas de acceso múltiple por división de código síncrono y división del tiempo (TD-SCDMA).

20

25

[0003] Estas tecnologías de acceso múltiple han sido adoptadas en varias normas de telecomunicación para proporcionar un protocolo común que permita a diferentes dispositivos inalámbricos comunicarse a nivel municipal, nacional, regional e incluso global. Un ejemplo de una norma de telecomunicación emergente es la Evolución a Largo Plazo (LTE). La LTE es un conjunto de mejoras para la norma móvil del Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS), promulgada por el Proyecto de Colaboración de Tercera Generación (3GPP). La LTE está diseñada para 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, según la demanda del acceso de banda ancha móvil sigue creciendo, existe la necesidad de mejoras adicionales en la tecnología de la LTE. Preferiblemente, estas mejoras deberían ser aplicables a otras tecnologías de acceso múltiple y a las normas de telecomunicación que emplean estas tecnologías. El documento US 2013/0301454 A1 se refiere a un procedimiento de comunicación inalámbrica que utiliza conformación híbrida de haces, analógica y digital.

30

35

40

SUMARIO

[0004] En un aspecto de la divulgación, se proporcionan un procedimiento, un producto de programa informático y un aparato de acuerdo a las reivindicaciones independientes. El aparato establece un enlace de comunicación inalámbrica con una estación base de ondas milimétricas (mmW-BS) basándose en un haz de transmisión desde la mmW-BS, teniendo el haz de transmisión una dirección de haz de transmisión, recibe información de capacidad de conformación de haces que indica una entre al menos una capacidad digital, analógica o híbrida de conformación de haces, asociada a la mmW-BS, y recorre N haces de transmisión desde la mmW-BS para cada una entre M direcciones de recepción de haces del UE, en función de la información de capacidad de conformación de haces y el haz de transmisión asociado al enlace de comunicación inalámbrica.

45

50

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0005]

55

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

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

60

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

La figura 4 es un diagrama de un sistema de comunicaciones de dispositivo a dispositivo.

65

La figura 5 es un diagrama que ilustra un ejemplo de un sistema de comunicación inalámbrica de mmW.

La figura 6 es un diagrama que ilustra una operación ejemplar de exploración para un UE y una mmW-BS.

La figura 7 es un diagrama que ilustra una operación ejemplar de exploración para un UE y una mmW-BS.

La figura 8 es un diagrama de flujo de un procedimiento de comunicación inalámbrica.

La figura 9 es un diagrama de flujo de datos que ilustra el flujo de datos entre diferentes módulos/medios/componentes en un aparato ejemplar.

La figura 10 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una implementación en hardware para un aparato que emplea un sistema de procesamiento.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0006] La descripción detallada expuesta a continuación, en relación con los dibujos adjuntos, está concebida como una descripción de diversas configuraciones y no está concebida para representar las únicas configuraciones en las que pueden llevarse a la práctica los conceptos descritos en el presente documento. La descripción detallada incluye detalles específicos con el fin de proporcionar un entendimiento exhaustivo de diversos conceptos. Sin embargo, resultará evidente para los expertos en la materia que estos conceptos pueden llevarse a la práctica sin estos detalles específicos. En algunos ejemplos, se muestran estructuras y componentes bien conocidos en forma de diagrama de bloques con el fin de evitar confundir dichos conceptos.

[0007] A continuación se presentarán varios aspectos de los sistemas de telecomunicación con referencia a diversos aparatos y procedimientos. Estos aparatos y procedimientos se describirán en la siguiente descripción detallada y se ilustrarán en los dibujos adjuntos mediante varios bloques, módulos, componentes, circuitos, etapas, procesos, algoritmos, etc. (denominados conjuntamente "elementos"). Estos elementos pueden implementarse usando hardware electrónico, software informático o cualquier combinación de los mismos. Si tales elementos se implementan como hardware o software depende de la aplicación particular y de las limitaciones de diseño impuestas sobre todo el sistema.

[0008] A modo de ejemplo, un elemento, o cualquier parte de un elemento o cualquier combinación de elementos puede implementarse con un "sistema de procesamiento" que incluya uno o más procesadores. Los ejemplos de procesadores incluyen microprocesadores, microcontroladores, procesadores de señales digitales (DSP), formaciones de compuertas programables in situ (FPGA), dispositivos de lógica programable (PLD), máquinas de estados, lógica de compuertas, circuitos de hardware discretos y otro hardware adecuado, configurado para llevar a cabo la diversa funcionalidad descrita a lo largo de esta divulgación. Uno o más procesadores en el sistema de procesamiento pueden ejecutar software. Deberá interpretarse ampliamente que el término "software" significa instrucciones, conjuntos de instrucciones, código, segmentos de código, código de programa, programas, subprogramas, módulos de software, aplicaciones, aplicaciones de software, paquetes de software, rutinas, subrutinas, objetos, módulos ejecutables, hilos de ejecución, procedimientos, funciones, etc., independientemente de que se denominen software, firmware, middleware, micro-código, lenguaje de descripción de hardware o de otra forma.

[0009] 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 pueden almacenarse en, o codificarse como, una o más instrucciones o código en un medio legible por ordenador. Los medios legibles por ordenador incluyen medios de almacenamiento informáticos. Los medios de almacenamiento pueden ser cualquier medio disponible al que pueda accederse 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 deberían incluirse dentro del alcance de los medios legibles por ordenador.

[0010] La figura 1 es un diagrama que ilustra una arquitectura de red de la LTE 100. La arquitectura de red de la LTE 100 puede denominarse sistema evolucionado de paquetes (EPS) 100. El EPS 100 puede incluir uno o más equipos de usuario (UE) 102, una red evolucionada de acceso de radio terrestre del UMTS (E-UTRAN) 104, un núcleo de paquetes evolucionado (EPC) 110 y servicios del protocolo de Internet (IP) 122 de un operador. El EPS puede interconectarse con otras redes de acceso pero, para simplificar, esas entidades/interfaces no se muestran. Como se muestra, el EPS proporciona servicios conmutados por paquetes; sin embargo, como apreciarán inmediatamente los expertos en la materia, los diversos conceptos presentados a lo largo de esta divulgación pueden extenderse a redes que proporcionan servicios conmutados por circuitos.

[0011] La E-UTRAN incluye el 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 mediante una red de retorno (por

ejemplo, una interfaz X2). La MCE 128 asigna recursos de radio de tiempo / frecuencia para el Servicio de Difusión / Multidifusión de 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 los UE 102 incluyen un teléfono celular, un teléfono inteligente, un teléfono del protocolo de inicio de sesión (SIP), un ordenador portátil, un asistente digital personal (PDA), una radio por satélite, un sistema de localización global, un dispositivo de multimedia, un dispositivo de vídeo, un reproductor de audio digital (por ejemplo, un reproductor de MP3), una cámara, una consola de juegos, una tableta o cualquier otro dispositivo de funcionamiento similar. El UE 102 también puede ser denominado, por los expertos en la materia, como 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, equipo de mano, agente de usuario, cliente móvil, cliente o con alguna otra terminología adecuada.

[0012] El eNB 106 está conectado al EPC 110. El EPC 110 puede incluir una Entidad de administración de movilidad (MME) 112, un Servidor de abonado residencial (HSS) 120, otras MME 114, una Pasarela de servicio 116, una Pasarela de Servicio de difusión / multidifusión de multimedia (MBMS) 124, un Centro de servicios de difusión / multidifusión (BM-SC) 126 y una Pasarela de red de datos en paquetes (PDN) 118. La MME 112 es el nodo de control que procesa la señalización entre el UE 102 y el EPC 110. En general, la MME 112 proporciona gestión de portadoras y de conexión. Todos los paquetes de usuario del IP se transfieren a través de la pasarela de servicio 116, que está conectada a la pasarela de PDN 118. La pasarela de PDN 118 proporciona asignación de direcciones de IP del UE, así como otras funciones. La pasarela de PDN 118 y el BM-SC 126 están conectados a los Servicios de IP 122. Los servicios de IP 122 pueden incluir Internet, una intranet, un subsistema de multimedia de IP (IMS), un servicio de flujo de transmisión de PS (PSS) y / u otros servicios de IP. El BM-SC 126 puede proporcionar funciones para el suministro y la distribución de servicios de usuario del MBMS. El BM-SC 126 puede servir como punto de entrada para la transmisión de MBMS de proveedor de contenido, puede utilizarse para autorizar e iniciar servicios de portador de MBMS dentro de una PLMN y puede utilizarse para planificar y distribuir transmisiones del MBMS. La pasarela del MBMS 124 se puede usar para distribuir tráfico del MBMS a los eNB (por ejemplo, 106, 108) pertenecientes a un área de Red de Frecuencia Única de Multidifusión / Difusión (MBSFN) que difunde un servicio particular, y puede ser responsable de la gestión de sesiones (arranque / parada) y de la recogida de información de cargos relacionada con el eMBMS.

[0013] En un aspecto, el UE 102 es capaz de comunicar señales a través 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 de la LTE. Además, el UE 102 puede comunicarse con un punto de conexión (CP) o estación base (BS) o estación base de ondas milimétricas (mmW-BS) 130 (capacitada para la comunicación del sistema de ondas milimétricas a través de un enlace de ondas milimétricas).

[0014] En un aspecto adicional, al menos uno de los otros eNB 108 puede ser capaz de comunicar señales a través de la red de la LTE y el sistema de ondas milimétricas. Como tal, un eNB 108 puede denominarse un eNB de LTE + mmW. En otro aspecto, el CP / la BS / la mmW-BS 130 puede ser capaz de comunicar señales a través de la red de la LTE y el sistema de mmW. Como tal, el CP / la BS / la mmW-BS 130 puede denominarse un CP / una BS de LTE + mmW. El UE 102 puede comunicarse con el otro eNB 108 a través de un enlace de la LTE, así como a través de un enlace de mmW.

[0015] En otro aspecto más, el otro eNB 108 puede ser capaz de comunicar señales a través de la red de la LTE y el sistema de mmW, mientras que el CP / la BS 130 es capaz de comunicar señales a través del sistema de mmW únicamente. Por consiguiente, el CP / la BS 130 incapaz de enviar señales al otro eNB 108 a través de la red de la LTE puede comunicarse con el otro eNB 108 a través de un enlace de retorno de mmW.

[0016] La figura 2 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una red de acceso 200 en una arquitectura de red de la LTE. En este ejemplo, la red de acceso 200 está dividida en una serie de regiones celulares (células) 202. Uno o más eNB de clase de baja potencia 208 pueden tener regiones celulares 210 que se superponen con una o más de las células 202. El eNB de clase de baja potencia 208 puede ser una femto-célula (por ejemplo, un eNB doméstico (HeNB)), una pico-célula, una micro-célula o una cabecera de radio remota (RRH). Cada macro eNB 204 está asignado a una célula respectiva 202 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 una red de acceso 200, pero en configuraciones alternativas puede usarse un controlador centralizado. Los eNB 204 se responsabilizan de todas las funciones relacionadas con la 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 varias células (por ejemplo, tres) (también conocidas como sectores). El término "célula" puede referirse al área de cobertura más pequeña de un eNB y / o un subsistema de eNB que atiende a un área de cobertura particular. Además, los términos "eNB", "estación base" y "célula" se pueden usar indistintamente en este documento.

[0017] En un aspecto, el UE 206 puede comunicar señales a través de la red de la LTE y un sistema de ondas milimétricas (mmW). Por consiguiente, el UE 206 puede comunicarse con el eNB 204 a través de un enlace de la LTE y comunicarse con un punto de conexión (CP) o estación base (BS) 212 (capaz de comunicación con el sistema de mmW) a través de un enlace de mmW. En un aspecto adicional, el eNB 204 y el CP / la BS / la mmW-BS 212 pueden comunicar señales a través de la red de la LTE y el sistema de mmW. Como tal, el UE 206 puede comunicarse con el eNB 204 a través de un enlace de la LTE y un enlace de mmW (cuando el eNB 204 es capaz de comunicación con el sistema de mmW), o comunicarse con el CP / la BS 212 a través de un enlace de mmW y un enlace de la LTE (cuando el CP / la BS / la mmW-BS 212 es capaz de comunicación con la red de la LTE). En otro aspecto más, el eNB 204 comunica señales a través de la red de la LTE y el sistema de mmW, mientras que el CP / la BS / la mmW-BS 212 comunica señales únicamente a través del sistema de mmW. Por consiguiente, el CP / la BS / la mmW-BS 212 que no puede señalar al eNB 204 a través de la red de la LTE puede comunicarse con el eNB 204 a través de un enlace de retorno de mmW.

[0018] El esquema de modulación y acceso múltiple empleado por la red de acceso 200 puede variar según la norma particular de telecomunicaciones que esté desplegándose. En aplicaciones de la LTE se usa el OFDM en el DL, y se usa el SC-FDMA en el UL para dar soporte tanto al duplexado por división de frecuencia (FDD) como al duplexado por división del tiempo (TDD). Como apreciarán inmediatamente los expertos en la materia a partir de la siguiente descripción detallada, los diversos conceptos presentados en el presente documento están bien adecuados para aplicaciones de la LTE. Sin embargo, estos conceptos pueden extenderse inmediatamente a otras normas de telecomunicación que utilicen otras técnicas de modulación y de acceso múltiple. A modo de ejemplo, estos conceptos pueden extenderse a los Datos Optimizados de Evolución (EV-DO) o a la Banda Ancha Ultra-móvil (UMB). EV-DO y UMB son normas de interfaz aérea promulgadas por el Proyecto 2 de Asociación de Tercera Generación (3GPP2) como parte de la familia de normas CDMA2000 y emplean el CDMA para proporcionar acceso a Internet de banda ancha a estaciones móviles. Estos conceptos también pueden extenderse al Acceso por Radio Terrestre Universal (UTRA) utilizando CDMA de banda ancha (W-CDMA) y otras variantes de CDMA, tales como TD-SCDMA; al Sistema Global de Comunicaciones Móviles (GSM) utilizando TDMA; y a UTRA Evolucionado (E-UTRA), IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802.20 y Flash-OFDM utilizando OFDMA. UTRA, E-UTRA, UMTS, LTE y GSM se describen en documentos de la organización 3GPP. CDMA2000 y UMB se describen en documentos de la organización 3GPP2. La norma de comunicación inalámbrica y la tecnología de acceso múltiple efectivamente empleadas dependerán de la aplicación específica y de las limitaciones de diseño globales impuestas en el sistema.

[0019] Los eNB 204 pueden tener múltiples antenas que prestan soporte a la tecnología de MIMO. El uso de la tecnología de MIMO habilita a los eNB 204 para aprovechar el dominio espacial para dar soporte al multiplexado espacial, la conformación de haces y la diversidad de transmisión. El multiplexado espacial puede usarse para transmitir diferentes flujos de datos simultáneamente en la misma frecuencia. Los flujos de datos pueden transmitirse a un único UE 206 para aumentar la velocidad de transmisión de datos, o a múltiples UE 206 para aumentar la capacidad global del sistema. Esto se consigue pre-codificando espacialmente cada flujo de datos (es decir, aplicando un ajuste a escala de una amplitud y una fase) y transmitiendo después 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 rúbricas espaciales, lo cual permite que cada uno de los UE 206 recupere los 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 habilita al eNB 204 para identificar el origen de cada flujo de datos precodificados espacialmente.

[0020] El multiplexado espacial se usa generalmente cuando las condiciones de canal son buenas. Cuando las condiciones de canal son menos favorables, puede usarse la conformación de haces para enfocar la energía de transmisión en una o más direcciones. Esto puede lograrse pre-codificando espacialmente los datos para su transmisión a través de múltiples antenas. Para lograr una buena cobertura en los bordes de la célula, puede usarse una transmisión de conformación de haces de flujo único en combinación con la diversidad de transmisión.

[0021] En la siguiente descripción detallada, varios aspectos de una red de acceso se describirán con referencia a un sistema de MIMO que presta soporte al OFDM en el DL. El OFDM es una técnica de espectro ensanchado que modula datos sobre una serie de subportadoras dentro de un símbolo de OFDM. Las subportadoras están separadas en frecuencias precisas. La separación proporciona "ortogonalidad", lo cual permite a un receptor recuperar los datos de las subportadoras. En el dominio del tiempo, un intervalo de guarda (por ejemplo, un prefijo cíclico) puede añadirse a cada símbolo de OFDM para combatir las interferencias entre símbolos de OFDM. El UL puede usar el SC-FDMA, en forma de señal de OFDM ensanchada mediante DFT, para compensar una elevada proporción entre potencia máxima y media (PAPR).

[0022] La figura 3 es un diagrama de bloques de una estación base 310 en comunicación con un UE 350 en una red de acceso. La estación base 310 puede ser, por ejemplo, un eNB de un sistema de la LTE, un punto de conexión (CP) / punto de acceso / estación base de un sistema de ondas milimétricas (mmW), un eNB capaz de comunicar señales a través del sistema de la LTE y del sistema de mmW, o un punto de conexión (CP) / punto de acceso / estación base capaz de comunicar señales a través del sistema de la LTE y el sistema de mmW. El UE 350 puede ser capaz de comunicar señales a través del sistema de la LTE y / o el sistema de mmW. En el DL, los paquetes de capa superior desde la red central se proporcionan a un controlador/procesador 375. En el DL, el controlador/procesador 375 proporciona compresión de cabecera, cifrado, segmentación y reordenación de paquetes, multiplexado entre canales

lógicos y de transporte, y asignaciones de recursos de radio al UE 350 basándose en varias métricas de prioridad. El controlador/procesador 375 se encarga también de operaciones de HARQ, de la retransmisión de paquetes perdidos y de la señalización al UE 350.

5 **[0023]** El procesador de transmisión (TX) 316 implementa varias funciones de procesamiento de señales. Las funciones de procesamiento de señales incluyen codificación e intercalado para facilitar la corrección anticipada de errores (FEC) en el UE 350, y correlación con constelaciones de señales, basándose en varios 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)). Los símbolos codificados y modulados se dividen después en flujos paralelos. Cada flujo se correlaciona después con una subportadora de OFDM, se multiplexa con una señal de referencia (por ejemplo, señal piloto) en el dominio del tiempo y/o de la frecuencia, y después se combinan entre sí usando una transformación inversa rápida de Fourier (IFFT) para producir un canal físico que transporta un flujo de símbolos de OFDM en el dominio del tiempo. El flujo de OFDM se pre-codifica espacialmente para producir múltiples flujos espaciales. Las estimaciones de canal procedentes de un estimador de canal 374 pueden usarse para determinar el esquema de codificación y de modulación, así como para el procesamiento espacial. La estimación de canal puede obtenerse a partir de una señal de referencia y/o de una retroalimentación de condición de canal transmitida por el UE 350. Después, cada flujo espacial puede proporcionarse a una antena 320 diferente mediante un transmisor 318TX distinto. Cada transmisor 318TX puede modular una portadora de RF con un respectivo flujo espacial para su transmisión.

20 **[0024]** En el UE 350, cada receptor 354 RX recibe una señal a través de su respectiva antena 352. Cada receptor 354 RX recupera la información modulada en una portadora de RF y proporciona la información para el procesador de recepción (RX) 356. El procesador de RX 356 implementa varias funciones de procesamiento de señales. El procesador de RX 356 puede llevar a cabo un procesamiento espacial en la información para recuperar cualquier flujo espacial destinado al UE 350. Si múltiples flujos espaciales están destinados al UE 350, pueden combinarse mediante el procesador de RX 356 en un único flujo de símbolos de OFDM. Después, el procesador de RX 356 convierte el flujo de símbolos de OFDM, desde el dominio del tiempo al dominio de la frecuencia, usando una transformación rápida de Fourier (FFT). La señal en el dominio de la frecuencia comprende un flujo de símbolos de OFDM distinto para cada subportadora de la señal de OFDM. Los símbolos en cada subportadora, y la señal de referencia, se recuperan y se demodulan determinando los más probables puntos de constelación de señales transmitidos por la estación base 310. Estas decisiones blandas pueden basarse en estimaciones de canal calculadas por el estimador de canal 358. Después, las decisiones blandas se decodifican y desintercalan para recuperar los datos y las señales de control que se transmitieron originalmente mediante la estación base 310 en el canal físico. Las señales de datos y de control se proporcionan después al controlador/procesador 359.

35 **[0025]** El controlador/procesador 359 puede asociarse a una memoria 360 que almacena códigos y datos de programa. La memoria 360 puede denominarse medio legible por ordenador. En el UL, el controlador/procesador 359 proporciona demultiplexado entre los canales lógicos y de transporte, reensamblaje de paquetes, descifrado, descompresión de cabecera, procesamiento de señales de control para recuperar paquetes de capa superior a partir de la red central. Los paquetes de la capa superior se proporcionan luego a un sumidero de datos 362. También se pueden proporcionar varias señales de control al sumidero de datos 362. El controlador/procesador 359 también se encarga de la detección de errores usando un protocolo de acuse de recibo (ACK) y/o acuse de recibo negativo (NACK) para prestar soporte a operaciones de HARQ.

45 **[0026]** En el UL, un origen 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 la estación base 310, el controlador / procesador 359 proporciona compresión de cabecera, cifrado, reordenación y segmentación de paquetes, y multiplexación entre canales lógicos y de transporte basándose en asignaciones de recursos de radio por la estación base 310. El controlador / procesador 359 también es responsable de las operaciones de HARQ, la retransmisión de paquetes perdidos y la señalización a la estación base 310.

50 **[0027]** Las estimaciones de canal obtenidas por un estimador de canal 358 a partir de una señal de referencia o retroalimentación transmitida por el eNB 310 pueden ser usadas por el procesador de TX 368 para seleccionar los esquemas adecuados de codificación y modulación, y para facilitar el procesamiento espacial. Los flujos espaciales generados por el procesador de TX 368 pueden proporcionarse a diferentes antenas 352 mediante transmisores 354TX independientes. Cada transmisor 354TX puede modular una portadora de RF con un respectivo flujo espacial para su transmisión.

60 **[0028]** La transmisión en el UL se procesa en la estación base 310 de manera similar a la descrita en relación con la función del receptor en el UE 350. Cada receptor 318 RX recibe una señal a través de su respectiva antena 320. Cada receptor 318 RX recupera información modulada en una portadora de RF y proporciona la información a un procesador de RX 370.

65 **[0029]** El controlador/procesador 375 puede asociarse a una memoria 376 que almacena códigos y datos de programa. La memoria 376 puede denominarse medio legible por ordenador. En el UL, el controlador/procesador 375 proporciona demultiplexado 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 desde el controlador/procesador 375 pueden proporcionarse a la red central. El controlador/procesador 375 también se encarga de la detección de errores usando un protocolo de ACK y/o NACK para prestar soporte a las operaciones de HARQ.

[0030] La figura 4 es un diagrama de un sistema de comunicaciones de dispositivo a dispositivo 400. El sistema de comunicaciones de dispositivo a dispositivo 400 incluye una pluralidad de dispositivos inalámbricos 404, 406, 408, 410. El sistema de comunicaciones de dispositivo a dispositivo 400 puede solaparse con un sistema de comunicaciones celulares, tal como, por ejemplo, una red inalámbrica de área amplia (WWAN). Algunos de los dispositivos inalámbricos 404, 406, 408, 410 pueden comunicarse entre sí en comunicación de dispositivo a dispositivo utilizando el espectro de la WWAN de DL / UL, algunos pueden comunicarse con la estación base 402 y algunos pueden hacer ambas cosas. Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 4, los dispositivos inalámbricos 408, 410 están en comunicación de dispositivo a dispositivo y los dispositivos inalámbricos 404, 406 están en comunicación de dispositivo a dispositivo. Los dispositivos inalámbricos 404, 406 también se comunican con la estación base 402.

[0031] Los procedimientos y aparatos ejemplares expuestos a *continuación* son aplicables a cualquiera entre varios sistemas inalámbricos de comunicaciones de dispositivo a dispositivo, tales como, por ejemplo, un sistema inalámbrico de comunicación de dispositivo a dispositivo basado en FlashLinQ, WiMedia, Bluetooth, Zig-Bee o Wi-Fi, sobre la base de la norma IEEE 802.11. Para simplificar la exposición, los procedimientos y aparatos ejemplares se exponen dentro del contexto de la LTE. Sin embargo, alguien medianamente experto en la técnica entenderá que los procedimientos y aparatos ejemplares son aplicables de forma más general a una diversidad de otros sistemas inalámbricos de comunicación de dispositivo a dispositivo.

[0032] Un sistema de comunicación de mmW puede funcionar en bandas de frecuencia muy alta (por ejemplo, de 10,0 GHz a 300,0 GHz) donde la longitud de onda de la portadora es del orden de unos pocos milímetros. Un sistema de mmW puede funcionar con la ayuda de varias antenas y conformación de haces para superar a un canal que tenga baja ganancia. Por ejemplo, una atenuación intensa en las bandas de frecuencia portadora alta puede limitar el alcance de una señal transmitida a unas pocas decenas de metros (por ejemplo, de 1 a 50 metros). Además, la presencia de obstáculos (por ejemplo, paredes, muebles, personas, etc.) puede bloquear la propagación de ondas milimétricas de alta frecuencia. Como tales, las características de propagación de altas frecuencias portadoras requieren la necesidad de conformación de haces direccional entre la mmW-BS y el UE que enfoque la energía de transmisión en direcciones espaciales específicas, correspondientes a los dispersores espaciales dominantes, los reflectores y / o los trayectos de difracción para superar la pérdida. La conformación de haces puede implementarse a través de una serie de antenas (por ejemplo, formaciones en fase) que cooperan para conformar en haces una señal de alta frecuencia en una dirección particular a los dispositivos receptores y, por lo tanto, extienden el alcance de la señal. Mientras que un sistema de mmW puede funcionar de manera autónoma, el sistema de mmW puede implementarse junto con los sistemas de menor frecuencia (y ancho de banda inferior) más establecidos, tales como la LTE.

[0033] En un aspecto, las direcciones específicas de los haces transmitidos en un sistema de mmW pueden necesitar ser determinadas de manera confiable y con una latencia mínima. Además, las direcciones espaciales pueden necesitar mantenimiento y / o rastreo a medida que un UE se desplaza en relación con la mmW-BS y los dispersores dominantes. Las rotaciones arbitrarias del UE (por ejemplo, las rotaciones del UE por la mano del usuario) y el bloqueo de señales en el UE (por ejemplo, causado por la mano del usuario que cubre partes del UE) a lo largo del tiempo pueden requerir una reorientación mediante conformación de haces para evitar un fallo de enlace con la mmW-BS. Se debería tener en cuenta que dichas cuestiones habitualmente no son una preocupación en la LTE y otras normas de comunicaciones inalámbricas, debido a que las pérdidas de propagación y bloqueo son insignificantes y el rendimiento generalmente no se basa en el éxito del esquema de conformación de haces (cosechando la ganancia de la formación entre un gran número de antenas). En ciertos aspectos, los esquemas de rango superior que se benefician de la diversidad espacial se usan a menudo para maximizar la velocidad en la LTE, sin embargo, tales esquemas son difíciles de implementar en sistemas de mmW debido a la complejidad de la radiofrecuencia (RF) y las restricciones de coste.

[0034] En un aspecto, una mmW-BS y un UE en un sistema de mmW pueden tener capacidades diferentes (también denominadas capacidades asimétricas). Por ejemplo, la mmW-BS y el UE pueden tener un número diferente de antenas, un número diferente de sub-formaciones de antenas, diferentes tipos de sub-formaciones (lineales, planas, etc.), diferentes tipos de arquitectura de conformador de haces (por ejemplo, digital, analógico / RF, híbrido) y / o diferente potencia de transmisión. Como se expone *más adelante*, tales diferencias en las capacidades entre la mmW-BS y el UE se pueden aprovechar para implementar de manera eficaz un procedimiento de rastreo de haces (también denominado exploración de haces).

[0035] En otro aspecto, un primer UE (por ejemplo, un dispositivo inalámbrico 404) y un segundo UE (por ejemplo, un dispositivo inalámbrico 406) pueden configurarse para comunicaciones de dispositivo a dispositivo en un sistema de mmW y pueden tener capacidades diferentes. Por ejemplo, el primer UE y el segundo UE pueden tener un número diferente de antenas, un número diferente de sub-formaciones de antenas, diferentes tipos de sub-formaciones (lineales, planas, etc.), diferentes tipos de arquitectura de conformador de haces (por ejemplo, digital, analógico / RF, híbrido) y / o diferente potencia de transmisión. Dichas diferencias en las capacidades entre el primer UE y el segundo

UE pueden aprovecharse para implementar de manera eficaz un procedimiento de rastreo de haces entre los UE primero y segundo.

[0036] La figura 5 es un diagrama que ilustra un ejemplo de un sistema de comunicación de mmW 500. El sistema de comunicación de mmW 500 incluye el UE 502 y la mmW-BS 504. En un aspecto, el UE 502 y la mmW-BS 504 pueden realizar una sincronización y descubrimiento iniciales para establecer un enlace de comunicación. Por ejemplo, el UE 502 y la mmW-BS 504 pueden establecer un enlace de comunicación a lo largo del trayecto 506. Después de realizar la sincronización y el descubrimiento iniciales, el UE 502 y la mmW-BS 504 pueden tener, cada uno, una estimación de un número L de direcciones (también denominadas direcciones o ángulos de conformación de haces) correspondientes a L trayectos dominantes desde la mmW-BS 504 hasta el UE 502. En un aspecto, L es un número entero mayor que 1 (por razones de diversidad). En un aspecto, la mmW-BS 504 y / o el UE 502 pueden tener una estimación de la intensidad relativa de estos L trayectos dominantes, permitiendo que la conformación de haces inicial se realice en el trayecto más dominante.

[0037] En un aspecto, los L-1 trayectos dominantes restantes se rastrean tanto en el UE 502 como en la mmW-BS 504 para asegurar una conmutación suave desde el trayecto más dominante (por ejemplo, el trayecto 506) de los L trayectos dominantes a cualquiera de los otros L-1 trayectos restantes (por ejemplo, el trayecto 514 que se refleja desde la superficie 522) si y cuando surge tal necesidad. Por ejemplo, tal necesidad de conmutar desde el trayecto más dominante a cualquiera de los L-1 trayectos restantes puede surgir en el caso en que el trayecto más dominante sea bloqueado inesperadamente por una obstrucción (debido a la movilidad del UE 502) o si las propiedades materiales (de los reflectores y dispersores) cambian en función de los ángulos.

[0038] En un aspecto, el UE 502 y / o la mmW-BS 504 pueden tener una o más capacidades de conformación de haces que pueden facilitar el rastreo (también denominado exploración) de los L-1 trayectos dominantes expuestos previamente y sus respectivas fortalezas. En un aspecto, la capacidad de conformación de haces puede ser que un dispositivo en el sistema de comunicación de mmW 500 tenga un mayor número de antenas que otro dispositivo en el sistema de comunicación de mmW 500. Por ejemplo, la mmW-BS 504 puede tener un número mayor de antenas que el UE 502. Este diferencial en el número de antenas entre la mmW-BS 504 y el UE 502 puede permitir que la mmW-BS 504 explore más direcciones y / o sectores dentro de un intervalo de tiempo que el UE 502 con el fin de aprender la dirección respectiva de los haces. Por ejemplo, la mmW-BS 504 puede usar su mayor número de antenas para recorrer cada uno de sus posibles ángulos de conformación de haces (por ejemplo, los ángulos correspondientes a los haces 508, 510 y / o 512) más rápidamente que el UE 502 puede recorrer cada uno de sus posibles ángulos de conformación de haces (por ejemplo, los ángulos correspondientes a los haces 516, 518 y / o 520) en un intervalo de tiempo dado.

[0039] En un aspecto, la capacidad de conformación de haces puede ser una capacidad de conformación de haces analógica. Por ejemplo, la mmW-BS 504 puede tener una capacidad de conformación de haces analógica que puede permitir que la mmW-BS 504 transmita un solo haz (por ejemplo, el haz 510 a lo largo del trayecto 506) a través de una cadena de RF disponible a la vez. El término cadena de RF se refiere a una combinación de amplificador de potencia, convertidor de digital a analógico y un mezclador, cuando se hace referencia al lado transmisor de un módem o a una combinación de un amplificador de bajo nivel de ruido, un des-mezclador y un convertidor de analógico a digital al hacer referencia al lado receptor de un módem. En un aspecto, la capacidad de conformación de haces puede ser una capacidad de conformación de haces digital. Por ejemplo, la mmW-BS 504 puede tener capacidad de conformación de haces digital, correspondiente al mismo número de cadenas de RF que el número de antenas, que puede permitir que la mmW-BS 504 transmita simultáneamente múltiples haces (por ejemplo, los haces 508, 510 y / o 512) emitiendo energía electromagnética en múltiples direcciones a expensas de la ganancia máxima. En un aspecto, la capacidad de conformación de haces puede ser una capacidad híbrida de conformación de haces, siendo el número de cadenas de RF más de una y menor que el número de antenas. Por ejemplo, la mmW-BS 504 puede tener una capacidad de conformación de haces híbrida que puede permitir que la mmW-BS 504 transmita un haz desde cada una de las cadenas de RF de la mmW-BS 504. En un aspecto, la capacidad de conformación de haces puede ser una disponibilidad de múltiples sub-formaciones de antenas. Por ejemplo, el UE 502 puede tener múltiples sub-formaciones de antenas que permiten al UE 502 transmitir haces desde cada una de las sub-formaciones de antenas en diferentes direcciones (por ejemplo, las direcciones respectivas de los haces 516, 518 y 520) para superar obstrucciones de RF, tales como una mano del usuario del UE que bloquea inadvertidamente un trayecto de un haz.

[0040] En otro aspecto, la capacidad de conformación de haces puede ser que un dispositivo en el sistema de comunicación de mmW 500 tenga una velocidad de conmutación de antena más alta que otro dispositivo en el sistema de comunicación de mmW 500. Por ejemplo, la mmW-BS 504 puede tener una velocidad de conmutación de antena más alta que el UE 502. En tal ejemplo, la velocidad de conmutación de antena más alta de la mmW-BS 504 se puede aprovechar configurando la mmW-BS 504 para explorar diferentes direcciones y / o sectores mientras el UE transmite un haz en una dirección fija. En otro ejemplo, el UE 502 puede tener una velocidad de conmutación de antena más alta que la mmW-BS 504. En tal ejemplo, la velocidad de conmutación de antena más alta del UE 502 se puede aprovechar configurando el UE 502 para explorar diferentes direcciones y / o sectores, mientras que la mmW-BS 504 transmite un haz en una dirección fija.

[0041] El rastreo de haces es realizado habitualmente por el UE 502 y / o la mmW-BS 504 después de una fase inicial de sincronización y descubrimiento, donde el UE 502 y / o la mmW-BS 504 ya han obtenido una estimación inicial de los ángulos de los haces. Por lo tanto, debería señalarse que la fase de descubrimiento inicial se caracteriza por malas condiciones de la razón entre señal y ruido (SNR), mientras que el rastreo de haces se caracteriza por un margen de enlace / SNR razonable.

[0042] Los algoritmos de rastreo de haces suelen utilizar los ángulos aprendidos en el período inicial de sincronización y descubrimiento como un valor inicial (también conocido como valor seminal) y, posteriormente, para afinar estos ángulos dentro de un rango estrecho durante un período de tiempo en el que el rango dinámico de los ángulos es pequeño. Por ejemplo, si el UE 502 se desplaza a 100 mph y la distancia entre el UE 502 y la mmW-BS 504 es de 100 m, el ángulo de un trayecto (por ejemplo, el trayecto 506) desde la mmW-BS 504 hasta el UE 502 puede cambiar en el orden de 2,5 grados cada 100,0 milisegundos (ms). En tal ejemplo, cuando el UE 502 está rastreando el trayecto 506 en la dirección del haz 518, el UE 502 puede buscar en un rango estrecho (por ejemplo, un rango angular T que incluye los ángulos θ_3 y θ_4 con respecto al ángulo del haz 518 en la figura 5) alrededor de su ángulo inicializado para llegar a la mejor estimación angular para la fase de rastreo. Por ejemplo, θ_3 puede ser el valor seminal + 2,0 grados y θ_4 puede ser el valor seminal - 2,0 grados. Por lo tanto, la velocidad del procedimiento de rastreo puede aumentar considerablemente aprovechando las capacidades asimétricas en la mmW-BS 504 y el UE 502.

[0043] En un aspecto, la mmW-BS 504 puede tener una capacidad de conformación de haces digital con un número NK de cadenas de RF y el UE 502 puede tener una cadena de RF (por ejemplo, el UE 502 tiene un único conformador de haces, analógico o de RF) o, a lo sumo, dos cadenas de RF (por ejemplo, el UE 502 tiene un conformador de haces híbrido). La presencia de múltiples cadenas de RF puede reducir el tiempo necesario para el rastreo de haces en un factor del número de múltiples cadenas de RF, ya que se pueden buscar múltiples direcciones al mismo tiempo utilizando estas cadenas de RF. Por ejemplo, cuando la mmW-BS 504 tiene capacidad de conformación de haces digital con al menos dos cadenas de RF, la mmW-BS 504 puede transmitir simultáneamente un haz a lo largo de la dirección inicializada para un K-ésimo trayecto, tal como el trayecto 506, y un I-ésimo trayecto, tal como el trayecto 514, (donde $K \neq I$) en un intervalo de tiempo. El UE 502 puede configurar su antena para recorrer circularmente sus posibles direcciones, una a la vez, para determinar el mejor trayecto para cada par de trayectos (por ejemplo, los trayectos K-ésimo e I-ésimo).

[0044] En un aspecto, el UE 502 puede tener múltiples sub-formaciones de antenas. Las múltiples sub-formaciones de antenas del UE 502 pueden garantizar la diversidad de la señalización para superar las degradaciones dinámicas de señalización, tales como una obstrucción física de un trayecto de señal. Por ejemplo, una tal obstrucción física puede ser una mano o una parte del cuerpo de un usuario que bloquea un trayecto de señal. En tal aspecto, con la mmW-BS 504 conformando haces a lo largo de una sola dirección, el UE 502 puede usar cada una de sus sub-formaciones de antenas para verificar la calidad de una señal recibida desde una dirección diferente, acelerando así el proceso de rastreo en el número de sub-formaciones de antenas disponibles del UE 502. Por ejemplo, cuando el UE 502 tiene al menos dos sub-formaciones de antenas, la MMW-BS 504 puede fijar su conformador de haces en el de la dirección inicializada para el I-ésimo trayecto 514, mientras el UE 502 recorre circularmente sus sub-formaciones de antenas en diferentes direcciones (por ejemplo, las direcciones de los haces 516, 518 y / o 520) para determinar la mejor dirección (por ejemplo, la dirección del haz 520) para el I-ésimo trayecto 514 en un tiempo de rastreo reducido con respecto a un caso donde el UE 502 no tiene sub-formaciones de antenas.

[0045] En un aspecto, cuando la mmW-BS 504 tiene capacidad de conformación de haces digital y el UE 502 tiene múltiples sub-formaciones de antenas, la mmW-BS 504 y el UE 502 pueden emplear simultáneamente estas capacidades para aumentar significativamente la velocidad del procedimiento de rastreo realizado por la mmW-BS 504 y el UE 502. Por ejemplo, la mmW-BS 504 puede transmitir un haz a lo largo de la dirección inicializada para el K-ésimo trayecto y el I-ésimo trayecto (donde $K \neq I$), y el UE 502 puede recorrer circularmente sus sub-formaciones de antenas en diferentes direcciones para determinar la mejor dirección para cada trayecto en un tiempo de rastreo reducido. En otro aspecto, y como se expone *infra* con respecto a la figura 7, cuando el UE 502 tiene capacidad de conformación de haces, digital o híbrida, el UE 502 puede emplear la capacidad de conformación de haces, digital o híbrida, para aumentar significativamente la velocidad del procedimiento de rastreo.

[0046] La figura 6 es un diagrama que ilustra una estructura ejemplar de trama 600 para una operación de exploración para el UE 502 y la mmW-BS 504. En el aspecto de la figura 6, el UE 502 y la mmW-BS 504 pueden tener, cada uno, una sola antena. Como se muestra en la figura 6, la mmW-BS 504 puede transmitir un haz en una sola dirección (por ejemplo, la dirección "D₁") durante cada uno de una serie de intervalos de tiempo (por ejemplo, el intervalo 1 602, el intervalo 2 604, el intervalo U 606). Como se muestra adicionalmente en la figura 6, el UE 502 puede recorrer cada uno entre su número U de direcciones posibles (por ejemplo, las direcciones "D₁" a "D_U") durante cada uno de los correspondientes intervalos de tiempo (por ejemplo, el intervalo 1 602, el intervalo 2 604, el intervalo U 606) para determinar el mejor trayecto para el haz desde la mmW-BS 504. Por ejemplo, cada uno de los intervalos de tiempo (por ejemplo, el intervalo 1 602, el intervalo 2 604, el intervalo U 606) puede tener la misma duración. En tal ejemplo, la duración del periodo de exploración 1 en la figura 6 puede ser equivalente al total de los U intervalos de tiempo necesarios para que el UE 502 explore cada una de sus U direcciones.

5 **[0047]** La mmW-BS 504 puede transmitir posteriormente un haz en otra dirección (por ejemplo, la dirección "D₂"), mientras que el UE 502 recorre cada uno entre su número U de direcciones posibles para determinar el mejor trayecto para el haz desde la mmW-BS 504. Como se muestra en la figura 6, la mmW-BS 504 puede transmitir un haz en una sola dirección (por ejemplo, la dirección "D₂") durante cada uno de una serie de intervalos de tiempo (por ejemplo, el intervalo 1 608, el intervalo 2 610, el intervalo U 612). Como se muestra adicionalmente en la figura 6, el UE 502 puede escanear cada uno entre su número U de direcciones posibles (por ejemplo, las direcciones "D₁" a "D_U") durante cada uno de los correspondientes intervalos de tiempo (por ejemplo, el intervalo 1 608, el intervalo 2 610, el intervalo U 612) para determinar el mejor trayecto para el haz desde la mmW-BS 504. Por ejemplo, cada uno de los intervalos de tiempo (por ejemplo, el intervalo 1 608, el intervalo 2 610, el intervalo U 612) puede tener la misma duración. En tal ejemplo, la duración del periodo de exploración 2 en la figura 6 puede ser equivalente al total de los U intervalos de tiempo necesarios para que el UE 502 explore cada una de sus U direcciones.

15 **[0048]** La mmW-BS 504 puede transmitir haces en la última dirección de su número P de direcciones posibles, de manera similar a las transmisiones expuestas previamente con respecto a los periodos de exploración 1 y 2 en la figura 6. Por ejemplo, la mmW-BS 504 puede transmitir un haz en la última de sus posibles direcciones (por ejemplo, la dirección "D_p") durante cada uno de los correspondientes intervalos de tiempo (por ejemplo, el intervalo 1 614, el intervalo 2 616, el intervalo U 618). Como se muestra adicionalmente en la figura 6, el UE 502 puede recorrer cada uno entre su número U de direcciones posibles (por ejemplo, las direcciones "D₁" a "D_U") durante cada uno de los correspondientes intervalos de tiempo (por ejemplo, el intervalo 1 614, el intervalo 2 616, el intervalo U 618) para determinar el mejor trayecto para el haz desde la mmW-BS 504. Por ejemplo, cada uno de los intervalos de tiempo (por ejemplo, el intervalo 1 614, el intervalo 2 616, el intervalo U 618) puede tener la misma duración. En tal ejemplo, la duración del periodo P de exploración en la figura 6 puede ser equivalente al total de los U intervalos de tiempo necesarios para que el UE 502 explore cada una de sus U direcciones.

25 **[0049]** La figura 7 es una estructura de trama 700 que ilustra una operación de exploración ejemplar para el UE 502 y la mmW-BS 504. En la configuración de la figura 7, el UE 502 puede tener múltiples sub-formaciones de antenas y la mmW-BS 504 puede tener capacidad de conformación de haces digital. Como se muestra en la figura 7, la mmW-BS 504 puede transmitir haces en un número P de direcciones posibles (por ejemplo, las direcciones "D₁" a "D_P") transmitiendo simultáneamente dos haces en dos direcciones diferentes (por ejemplo, un primer haz en la dirección "D₁" y un segundo haz en la dirección "D₂") durante cada uno de los correspondientes intervalos de tiempo (por ejemplo, el intervalo 1 702, el intervalo 2 704, el intervalo U / 2 706) de un periodo de exploración. Como se muestra adicionalmente en la figura 7, el UE 502 puede explorar dos direcciones diferentes (por ejemplo, la dirección "D₁" y la dirección "D₂" en un primer intervalo de tiempo, la dirección "D₃" y la dirección "D₄" en un segundo intervalo de tiempo, y así sucesivamente) entre su número U de direcciones posibles durante cada una de los correspondientes intervalos de tiempo (por ejemplo, el intervalo 1 702, el intervalo 2 704, el intervalo U / 2 706) para determinar el mejor trayecto para los haces desde la mmW-BS 504. Por ejemplo, cada uno de los intervalos de tiempo puede tener la misma duración. En tal ejemplo, la duración del periodo de exploración 1 en la figura 7 puede ser equivalente al total de los U/2 intervalos de tiempo requeridos para que la mmW-BS 504 transmita haces para cada una de sus P direcciones.

40 **[0050]** Como se muestra adicionalmente en la figura 7, la mmW-BS 504 puede transmitir simultáneamente dos haces en dos direcciones diferentes (por ejemplo, un primer haz en la dirección "D₃" y un segundo haz en la dirección "D₄") durante cada uno de los correspondientes intervalos de tiempo (por ejemplo, el intervalo 1 708, el intervalo 2 710, el intervalo U / 2 712). Como se muestra adicionalmente en la figura 7, el UE 502 puede explorar dos direcciones diferentes (por ejemplo, la dirección "D₁" y la dirección "D₂" en un primer intervalo de tiempo, la dirección "D₃" y la dirección "D₄" en un segundo intervalo de tiempo, y así sucesivamente) entre su número U de direcciones posibles durante cada uno de los correspondientes intervalos de tiempo (por ejemplo, el intervalo 1 708, el intervalo 2 710, el intervalo U / 2 712) para determinar el mejor trayecto para los haces desde la mmW-BS 504. Por ejemplo, cada uno de los intervalos de tiempo puede tener la misma duración. En tal ejemplo, la duración del periodo de exploración 2 en la figura 7 puede ser equivalente al total de los U/2 intervalos de tiempo requeridos para que la mmW-BS 504 transmita haces para cada una de sus P direcciones.

55 **[0051]** Como se muestra en la figura 7, la mmW-BS 504 puede transmitir haces en las dos últimas direcciones entre su número P de direcciones posibles, transmitiendo simultáneamente dos haces en dos direcciones diferentes (por ejemplo, un primer haz en la dirección "D_{p-1}" y un segundo haz en la dirección "D_p") durante cada uno de los correspondientes intervalos de tiempo (por ejemplo, el intervalo 1 714, el intervalo 2 716, el intervalo U / 2 718). Como se muestra adicionalmente en la figura 7, el UE 502 puede explorar dos direcciones diferentes (por ejemplo, la dirección "D₁" y la dirección "D₂" en un primer intervalo de tiempo, la dirección "D₃" y la dirección "D₄" en un segundo intervalo de tiempo, y así sucesivamente) entre su número U de direcciones posibles durante cada uno de los correspondientes intervalos de tiempo (por ejemplo, el intervalo 1 714, el intervalo 2 716, el intervalo U / 2 718) para determinar el mejor trayecto para los haces desde la mmW-BS 504. Por ejemplo, cada uno de los intervalos de tiempo puede tener la misma duración. En tal ejemplo, la duración del periodo de exploración P / 2 en la figura 7 puede ser equivalente al total de los U/2 intervalos de tiempo requeridos para que el UE 502 explore cada una de sus U direcciones.

65 **[0052]** Debería entenderse que, en el aspecto de la figura 6, el UE 502 y la mmW-BS 504 están equipados con una sola antena y que no se aprovecha ninguna capacidad del UE 502 y de la mmW-BS 504. Como tal, en un ejemplo,

cuando la mmW-BS 504 equipada con una antena transmite haces en cuatro direcciones posibles (por ejemplo, $U = 4$), se requerirían cuatro períodos de exploración (un período de exploración por dirección) para abarcar las cuatro direcciones (por ejemplo, las direcciones "D₁" a "D₄") de la mmW-BS 504. En el aspecto de la figura 7, sin embargo, el UE 502 puede recibir información de capacidad de conformación de haces asociada a la mmW-BS y puede modificar la operación de exploración para aprovechar una o más de las capacidades indicadas en la información de capacidad de conformación de haces. Por ejemplo, la información de la capacidad de conformación de haces puede indicar que la mmW-BS 504 tiene capacidad de conformación de haces digital y, por lo tanto, puede transmitir dos o más haces en diferentes direcciones en un solo intervalo de tiempo. Dado que el UE 502 está informado de dicha capacidad de conformación de haces digital de la mmW-BS mediante la información de capacidad recibida, el UE 502 puede determinar que la mmW-BS 504 puede transmitir múltiples haces en diferentes direcciones en un único intervalo de tiempo. En consecuencia, el UE 502 puede implementar sus dos sub-formaciones de antenas para explorar simultáneamente en busca de haces en dos direcciones diferentes en un intervalo de tiempo para aumentar significativamente la velocidad de la operación de exploración.

[0053] Por ejemplo, en el aspecto de la figura 7, cuando la mmW-BS 504 transmite haces en cuatro direcciones posibles (por ejemplo, $U = 4$), se requerirían dos periodos de exploración (un período de exploración por dos direcciones) para abarcar las cuatro direcciones (por ejemplo, las direcciones "D₁" a "D₄") de la mmW-BS 504. Por lo tanto, si los intervalos de tiempo en las figuras 6 y 7 están configurados para ser de igual duración, la operación de exploración en el aspecto de la figura 7 requerirá la mitad del número de periodos de exploración, con la mitad del número de intervalos de tiempo por período de exploración, como se requiere en el aspecto de la figura 6, para que el UE 502 explore todas las direcciones posibles de la mmW-BS 504.

[0054] En un aspecto, el UE 502 puede enviar información de capacidad de conformación de haces, asociada al UE 502, a la mmW-BS 504. Por ejemplo, la información de capacidad de conformación de haces puede indicar que el UE 502 tiene dos sub-formaciones de antenas y, por lo tanto, puede explorar en busca de haces en dos direcciones diferentes en un solo intervalo de tiempo. Por consiguiente, la mmW-BS 504 que tiene capacidad de conformación de haces digital puede transmitir dos haces que tienen diferentes direcciones en cada intervalo de tiempo, como se muestra en la figura 7, aprovechando así la capacidad de conformación de haces digital para aumentar significativamente la velocidad de la operación de exploración.

[0055] Debería entenderse que los aspectos divulgados en las figuras 6 y 7, donde la mmW-BS 504 está configurada para transmitir haces y el UE 502 está configurado para explorar en busca de haces, representan configuraciones ejemplares. En otros aspectos, el UE 502 puede configurarse para transmitir haces y la mmW-BS 504 puede configurarse para explorar en busca de haces de una manera similar a las operaciones de exploración descritas anteriormente con respecto a las figuras 6 y 7.

[0056] La figura 8 es un diagrama de flujo 800 de un procedimiento de comunicación inalámbrica. El procedimiento puede ser realizado por un UE (por ejemplo, el UE 502, el aparato 902/902'). Cabe señalar que los bloques indicados con líneas de puntos en la figura 8 (por ejemplo, los bloques 806, 810 y 812) representan bloques optativos.

[0057] En el bloque 802, el UE establece un enlace de comunicación inalámbrica con una mmW-BS basándose en un haz de transmisión desde la mmW-BS, teniendo el haz de transmisión una dirección de haz de transmisión. Por ejemplo, el UE 502 puede establecer un enlace de comunicación inalámbrica con la mmW-BS 504 basándose en el haz de transmisión 510 a lo largo del trayecto 506.

[0058] En el bloque 804, el UE recibe información de capacidad de conformación de haces que indica una entre al menos una capacidad de conformación de haces digital, analógica o híbrida asociada a la mmW-BS. En otro aspecto, la información de capacidad de conformación de haces indica una velocidad de conmutación de antena de la mmW-BS.

[0059] En el bloque 806, el UE envía información de capacidad de conformación de haces, asociada al UE, a la mmW-BS. En un aspecto, el UE 502 puede enviar información de capacidad de conformación de haces que indica una capacidad de conformación de haces digital, analógica o híbrida. En otro aspecto, la información de capacidad de conformación de haces asociada al UE indica que el UE incluye múltiples sub-formaciones de antenas. En otro aspecto, la información de capacidad de conformación de haces asociada al UE indica una velocidad de conmutación de antenas del UE.

[0060] En el bloque 808, el UE recorre N haces de transmisión desde la mmW-BS para cada una de las M direcciones de haces de recepción del UE basándose en la información de capacidad de conformación de haces y el haz de transmisión asociado al enlace de comunicación inalámbrica. En un aspecto, el UE recorre los N haces de transmisión mediante el uso de múltiples sub-formaciones de antenas en un único intervalo de tiempo. En un aspecto, el UE recorre los N haces de transmisión configurando ponderaciones de antena y / o una fase y amplitud para las N direcciones de haces de transmisión. En un aspecto, los N haces de transmisión incluyen N direcciones de haces de transmisión dentro de una gama angular T de la dirección del haz de transmisión del enlace de comunicación inalámbrica. En un aspecto, la exploración se basa además en la información de capacidad de conformación de haces asociada al UE.

[0061] En el bloque 810, el UE determina uno o más haces explorados preferidos del conjunto de haces de transmisión entre los N haces de transmisión. En un aspecto, el UE realiza la determinación comparando la calidad de una señal de los haces explorados con un umbral y seleccionando uno o más haces que cumplen o superan el umbral.

5 **[0062]** Finalmente, en el bloque 812, el UE envía información que indica los uno o más haces explorados preferidos.

10 **[0063]** La figura 9 es un diagrama de flujo de datos conceptual 900 que ilustra el flujo de datos entre diferentes módulos/medios/componentes en un aparato ejemplar 902. El aparato puede ser un UE. El aparato incluye un módulo 904 que recibe información de capacidad de conformación de haces que indica uno entre al menos una capacidad de conformación de haces digital, analógica o híbrida, asociada a la mmW-BS (por ejemplo, la mmW-BS 950), un módulo 906 que establece un enlace de comunicación inalámbrico con una mmW-BS basándose en un haz de transmisión desde la mmW-BS, teniendo el haz de transmisión una dirección de haz de transmisión, un módulo 908 que recorre N haces de transmisión desde la mmW-BS para cada una de las M direcciones de haces de recepción del UE en función de la información de capacidad de conformación de haces y el haz de transmisión asociado al enlace de comunicación inalámbrica, un módulo 910 que determina uno o más haces explorados preferidos del conjunto de haces de transmisión entre los N haces de transmisión, un módulo 912 que envía información de capacidad de conformación de haces (mediante el módulo de transmisión 914), asociada al UE, a la mmW-BS 950 y un módulo 914 que envía información que indica los uno o más haces explorados preferidos.

20 **[0064]** El aparato puede incluir módulos adicionales que realizan cada uno de los bloques en el diagrama de flujo mencionado anteriormente de la figura 8. Como tal, cada bloque en el precitado diagrama de flujo de la Figura 8 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 indicados, implementados por un procesador configurado para llevar a cabo los procesos indicados, almacenados dentro de un medio legible por ordenador, para su implementación por un procesador, o alguna combinación de lo precedente.

25 **[0065]** La figura 10 es un diagrama 1000 que ilustra un ejemplo de una implementación de hardware para un aparato 902' que utiliza un sistema de procesamiento 1014. El sistema de procesamiento 1014 puede implementarse con una arquitectura de bus, representada, en general, por el bus 1024. El bus 1024 puede incluir cualquier número de buses y puentes interconectados, según la aplicación específica del sistema de procesamiento 1014 y las restricciones de diseño globales. El bus 1024 enlaza entre sí varios circuitos, incluyendo uno o más procesadores y/o módulos de hardware, representados mediante el procesador 1004, los módulos 904, 906, 908, 910, 912, 914 y el medio legible por ordenador 1006. El bus 1024 puede enlazar también otros diversos circuitos, tales como orígenes de temporización, dispositivos periféricos, reguladores de voltaje y circuitos de gestión de energía, que son bien conocidos en la técnica y que, por lo tanto, no se describirán en mayor detalle.

30 **[0066]** El sistema de procesamiento 1014 puede estar acoplado a un transceptor 1010. El transceptor 1010 está acoplado a una o más antenas 1020. El transceptor 1010 proporciona un medio de comunicación con otros diversos aparatos sobre un medio de transmisión. El transceptor 1010 recibe una señal desde las una o más antenas 1020, extrae información de la señal recibida y proporciona la información extraída al sistema de procesamiento 1014, específicamente al módulo de recepción 904. Además, el transceptor 1010 recibe información desde el sistema de procesamiento 1014, específicamente el módulo de transmisión 914 y, basándose en la información recibida, genera una señal a aplicar a las una o más antenas 1020. El sistema de procesamiento 1014 incluye un procesador 1004 acoplado a un medio/memoria legible por ordenador 1006. El procesador 1004 es responsable del procesamiento general, incluyendo la ejecución de software almacenado en el medio/memoria legible por ordenador 1006. El software, cuando es ejecutado por el procesador 1004, hace que el sistema de procesamiento 1014 lleve a cabo las diversas funciones descritas *anteriormente* para cualquier aparato particular. El medio/memoria legible por ordenador 1006 se puede usar también para almacenar los datos que son manipulados por el procesador 1004 cuando ejecute el software. El sistema de procesamiento incluye además al menos uno de los módulos 904, 906, 908, 910, 912 y 914. Los módulos pueden ser módulos de software que se ejecutan en el procesador 1004, incluidos/almacenados en el medio/memoria legible por ordenador 1006, uno o más módulos de hardware acoplados al procesador 1004 o alguna combinación de los mismos. El sistema de procesamiento 1014 puede ser un componente del UE 350 y puede incluir la memoria 360 y/o al menos uno entre el procesador de TX 368, el procesador de RX 356 y el controlador/procesador 359.

35 **[0067]** En una configuración, el aparato 902/902' para comunicación inalámbrica incluye medios para establecer un enlace de comunicación inalámbrico con una mmW-BS basándose en un haz de transmisión desde la mmW-BS, teniendo el haz de transmisión una dirección de haz de transmisión, medios para recibir la información de capacidad de conformación de haces que indica una entre al menos una capacidad de conformación de haces digital, analógica o híbrida, asociada a la mmW-BS, medios para recorrer N haces de transmisión desde la mmW-BS para cada una entre M direcciones de haces de recepción del UE, basándose en la información de capacidad de conformación de haces y el haz de transmisión asociado al enlace de comunicación inalámbrica, medios para determinar uno o más haces explorados preferidos del conjunto de haces de transmisión entre los N haces de transmisión, medios para enviar información que indica los uno o más haces explorados preferidos, medios para enviar información de capacidad de conformación de haces, asociada al UE, a la mmW-BS. Los medios mencionados anteriormente pueden

5 ser uno o más de los módulos mencionados anteriormente del aparato 902 y/o del sistema de procesamiento 1014 del aparato 902', configurados para llevar a cabo las funciones enumeradas por los medios mencionados anteriormente. Como se ha descrito *anteriormente*, el sistema de procesamiento 1014 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 llevar a cabo las funciones enumeradas por los medios mencionados anteriormente.

10 **[0068]** Debe entenderse que el orden o jerarquía específicos de los bloques de los procesos / diagramas de flujo divulgados es una ilustración de enfoques ejemplares. Basándose en las preferencias de diseño, debe entenderse que el orden o jerarquía específicos de los bloques de los procesos / diagramas de flujo puede reorganizarse. Además, algunos bloques pueden combinarse u omitirse. Las reivindicaciones de procedimiento adjuntas presentan elementos de los diversos bloques en un orden de muestra y no pretenden estar limitados al orden o jerarquía específicos presentados.

15 **[0069]** La descripción anterior se proporciona para permitir que cualquier experto en la materia lleve a la práctica los diversos aspectos descritos en el presente documento. Diversas modificaciones de estos aspectos resultarán inmediatamente evidentes para los expertos en la materia, y los principios genéricos definidos en el presente documento pueden aplicarse a otros aspectos. Por lo tanto, las reivindicaciones no pretenden limitarse a los aspectos mostrados en el presente documento, sino que se les debe conceder el alcance completo congruente con las reivindicaciones lingüísticas, en las que la referencia a un elemento en forma singular no pretende significar «uno y solo uno», a no ser que se indique específicamente, sino más bien «uno o más». El término "ejemplar" se usa en el presente documento para significar "que sirve de ejemplo, caso o ilustración". No se debe interpretar necesariamente que cualquier aspecto descrito en el presente documento como "ejemplar" es preferente o ventajoso con respecto a otros aspectos. A menos que se indique lo contrario de forma específica, el término "alguno/a" se refiere a uno/a o más. Las 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 cualesquiera de dichas combinaciones pueden incluir uno o más miembros de A, B o C.

20

25

30

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento (800) de comunicación inalámbrica para un equipo de usuario, UE, (102, 206, 502, 902) que comprende:
 - 5 establecer (802) un enlace de comunicación inalámbrica con una estación base de ondas milimétricas, mmW-BS, (130, 204, 504, 950) basándose en un haz de transmisión desde la mmW-BS (130, 204, 504, 950), teniendo el haz de transmisión una dirección de haz de transmisión;
 - 10 recibir (804) información de capacidad de conformación de haces que indica una entre al menos una capacidad de conformación de haces digital, analógica o híbrida, asociada a la mmW-BS (130, 204, 504, 950), **caracterizada por que** la información de capacidad de conformación de haces incluye una indicación de una velocidad de conmutación de antenas de la mmW-BS (130, 204, 504, 950); y
 - 15 explorar (808) N haces de transmisión (508, 510, 512) desde la mmW-BS (130, 204, 504, 950) para cada una entre M direcciones de haces de recepción (516, 518, 520) del UE (102, 206, 502, 902), basándose en la información de capacidad de conformación de haces y el haz de transmisión asociado al enlace de comunicación inalámbrica.
- 20 2. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además:
 - determinar uno o más haces explorados preferidos de un conjunto de haces de transmisión entre los N haces de transmisión; y
 - 25 enviar información indicando los uno o más haces explorados preferidos.
3. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además enviar información de capacidad de conformación de haces, asociada al UE, a la mmW-BS, en donde la exploración se basa además en la información de capacidad de conformación de haces asociada al UE.
- 30 4. El procedimiento según la reivindicación 3, en el que:
 - la información de capacidad de conformación de haces asociada al UE indica que el UE comprende una pluralidad de sub-formaciones de antenas, y
 - 35 la exploración de los N haces de transmisión comprende la exploración de los N haces de transmisión utilizando la pluralidad de sub-formaciones de antenas en un único intervalo de tiempo.
- 40 5. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que los N haces de transmisión comprenden N direcciones de haces de transmisión dentro de una gama angular T de la dirección de haz de transmisión.
6. El procedimiento según la reivindicación 5, en el que la exploración comprende configurar las ponderaciones de antenas y / o una fase y amplitud para las N direcciones de haces de transmisión.
- 45 7. El procedimiento según la reivindicación 2, en el que la determinación comprende comparar una calidad de señal de los haces explorados con un umbral.
8. Un equipo de usuario, UE, (102, 206, 502, 902) aparato para comunicación inalámbrica, que comprende:
 - 50 medios (906) para establecer un enlace de comunicación inalámbrica con una estación base de ondas milimétricas, mmW-BS, (130, 204, 504, 950) basándose en un haz de transmisión desde la mmW-BS (130, 204, 504, 950), teniendo el haz de transmisión una dirección de haz de transmisión;
 - 55 medios (904) para recibir información de capacidad de conformación de haces que indica una entre al menos una capacidad de conformación de haces digital, analógica o híbrida, asociada a la mmW-BS (130, 204, 504, 950), **caracterizada por que** la información de capacidad de conformación de haces incluye una indicación de una velocidad de conmutación de antenas de la mmW-BS (130, 204, 504, 950); y
 - 60 medios (908) para explorar N haces de transmisión (508, 510, 512) desde la mmW-BS (130, 204, 504, 950) para cada una entre M direcciones de haces de recepción (516, 518, 520) del UE (102, 206, 502, 902) basándose en la información de capacidad de conformación de haces y el haz de transmisión asociado al enlace de comunicación inalámbrica.
9. El UE según la reivindicación 8, que comprende además:

medios para determinar uno o más haces explorados preferidos de un conjunto de haces de transmisión entre los N haces de transmisión; y

medios para enviar información que indica los uno o más haces explorados preferidos.

- 5
10. El UE según la reivindicación 8, que comprende además medios para enviar información de capacidad de conformación de haces, asociada al UE, a la mmW-BS, en donde la exploración se basa además en la información de capacidad de conformación de haces asociada al UE.
- 10 11. El UE según la reivindicación 10, en el que:
- la información de capacidad de conformación de haces asociada al UE indica que el UE comprende una pluralidad de sub-formaciones de antenas, y
- 15 los medios para explorar los N haces de transmisión están configurados para explorar los N haces de transmisión utilizando la pluralidad de sub-formaciones de antenas en un único intervalo de tiempo.
12. El UE según la reivindicación 8, en el que los N haces de transmisión comprenden N direcciones de haces de transmisión dentro de una gama angular T de la dirección de haz de transmisión.
- 20 13. El UE según la reivindicación 12, en el que los medios de exploración están configurados para configurar ponderaciones de antena y / o una fase y amplitud para las N direcciones de haces de transmisión.
14. El UE según la reivindicación 8, en el que los medios para determinar están configurados para comparar una calidad de señal de los haces explorados con un umbral.
- 25 15. Un producto de programa informático almacenado en un medio legible por ordenador (1006) y que comprende código que, cuando se ejecuta en al menos un procesador (1004), hace que el al menos un procesador (1004):
- 30 establezca (802) un enlace de comunicación inalámbrica con una estación base de ondas milimétricas, mmW-BS, (130, 204, 504, 950) basándose en un haz de transmisión desde la mmW-BS (130, 204, 504, 950), teniendo el haz de transmisión una dirección de haz de transmisión;
- 35 reciba (804) información de capacidad de conformación de haces que indica una entre al menos una capacidad de conformación de haces digital, analógica o híbrida, asociada a la mmW-BS (130, 204, 504, 950), **caracterizada por que** la información de capacidad de conformación de haces incluye una indicación de una velocidad de conmutación de antenas de la mmW-BS (130, 204, 504, 950); y
- 40 explore (808) N haces de transmisión (508, 510, 512) desde la mmW-BS (130, 204, 504, 950) para cada una entre M direcciones de haces de recepción (516, 518, 520) de un equipo de usuario, UE, (102, 206, 502, 902, 1014) basándose en la información de capacidad de conformación de haces y el haz de transmisión asociado al enlace de comunicación inalámbrica.

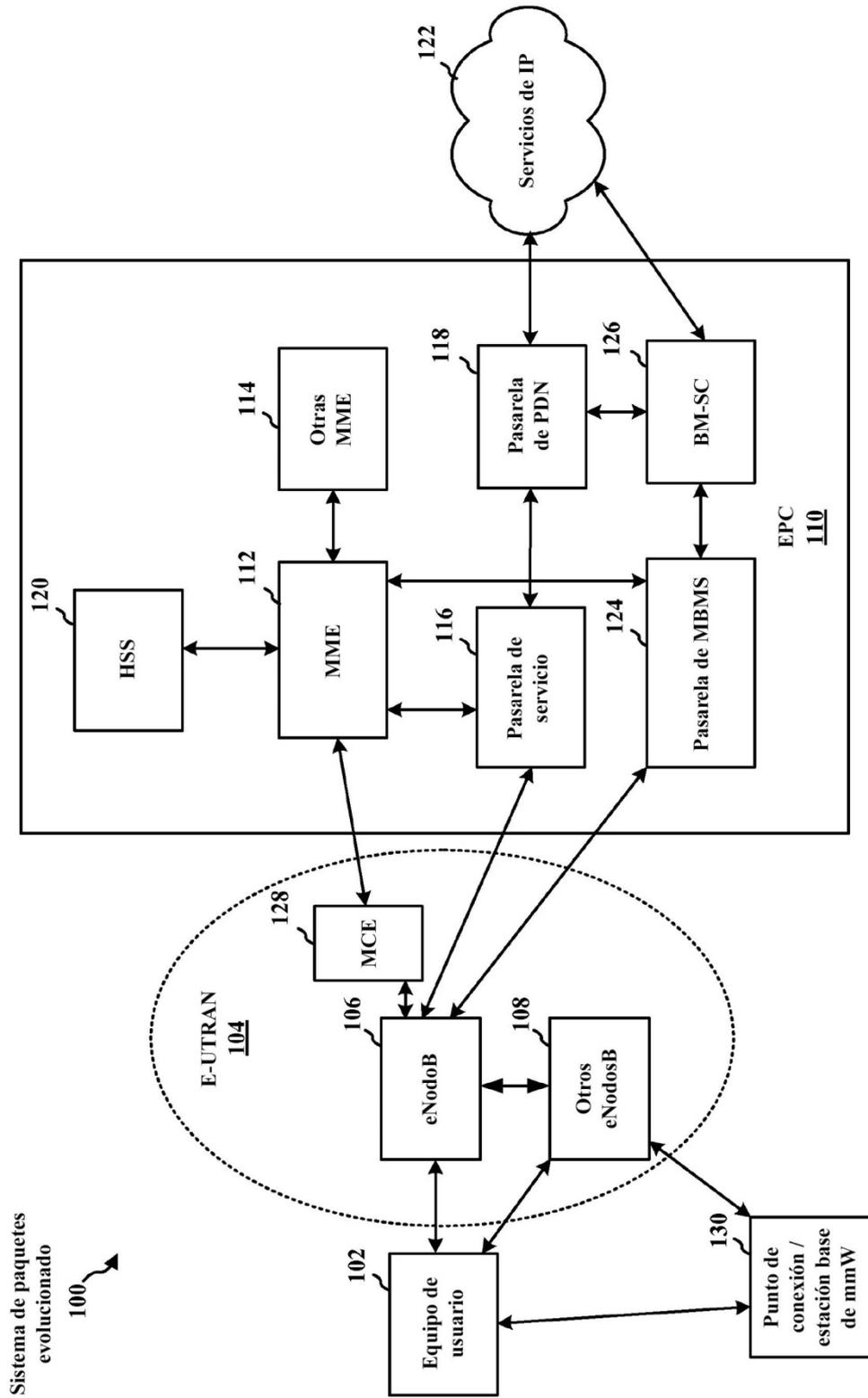


FIG. 1

Sistema de paquetes evolucionado 100

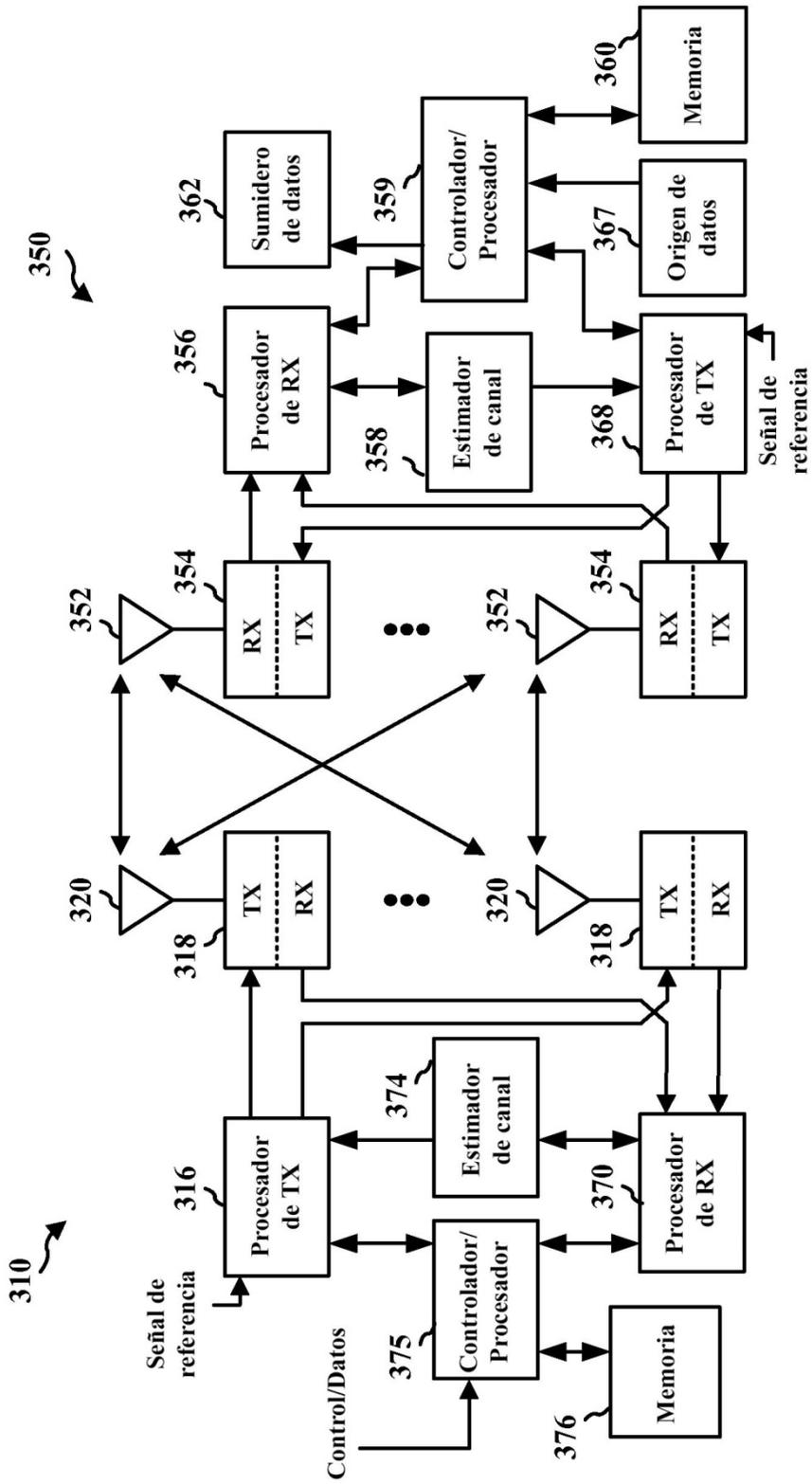


FIG. 3

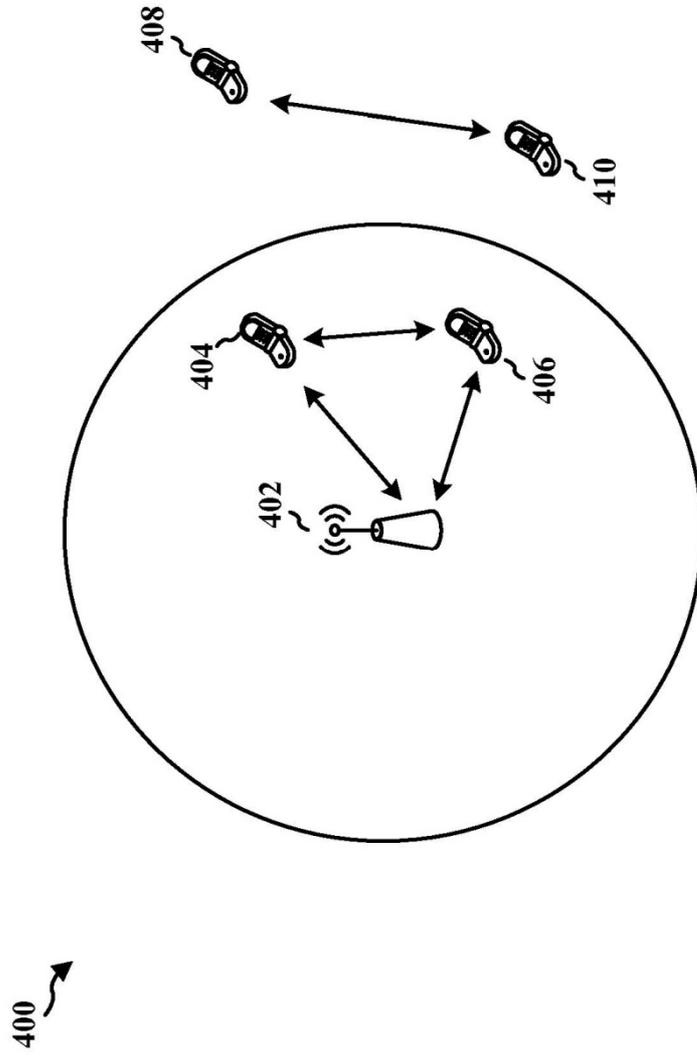


FIG. 4

500 ↗

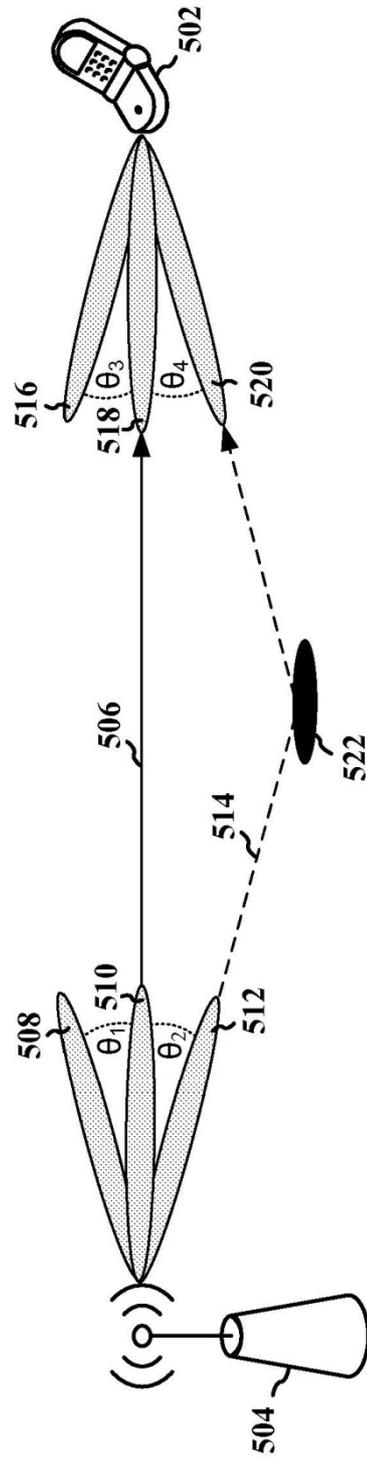


FIG. 5

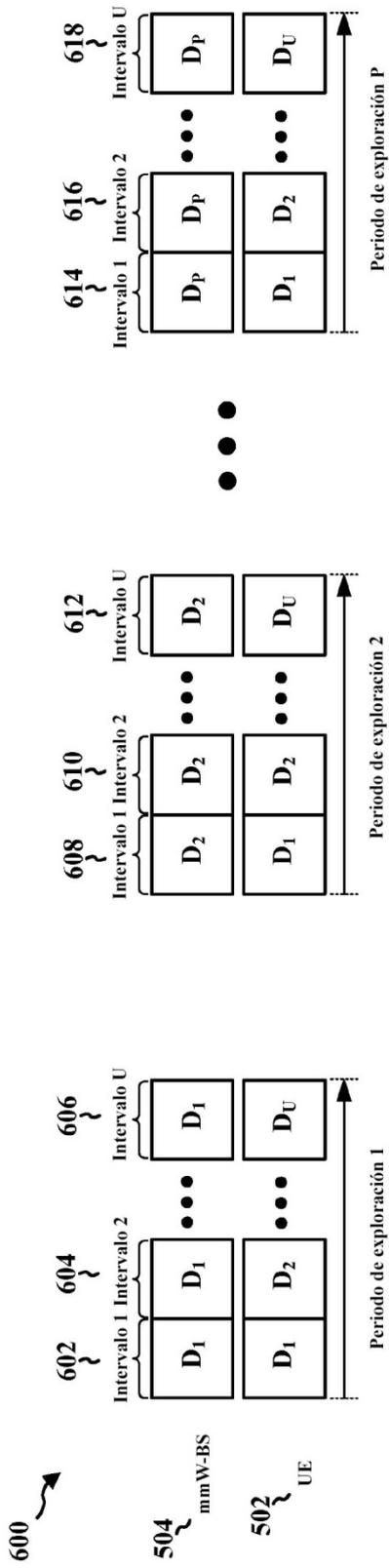


FIG. 6

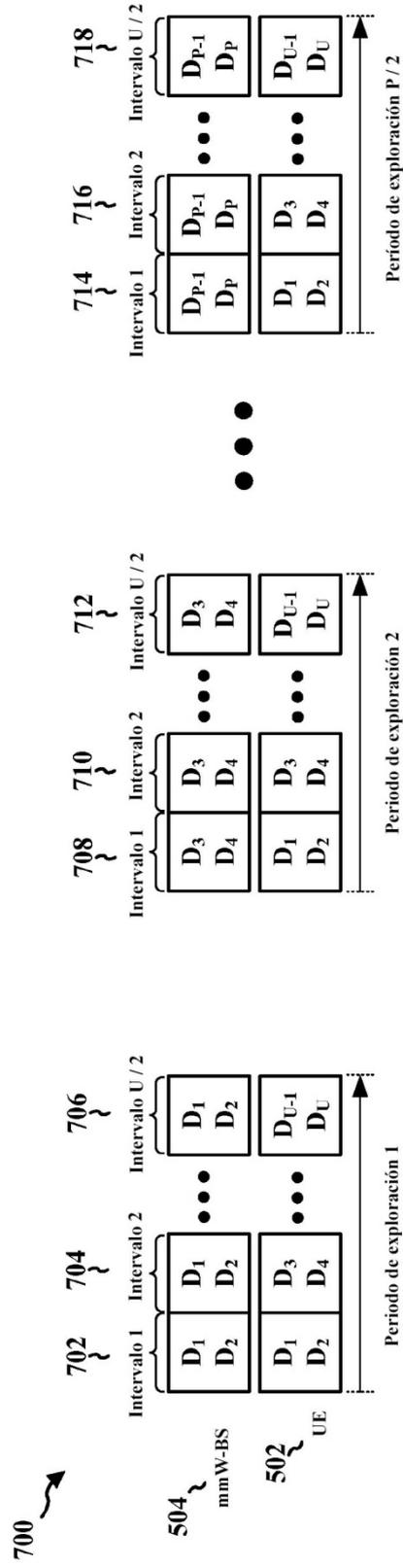


FIG. 7

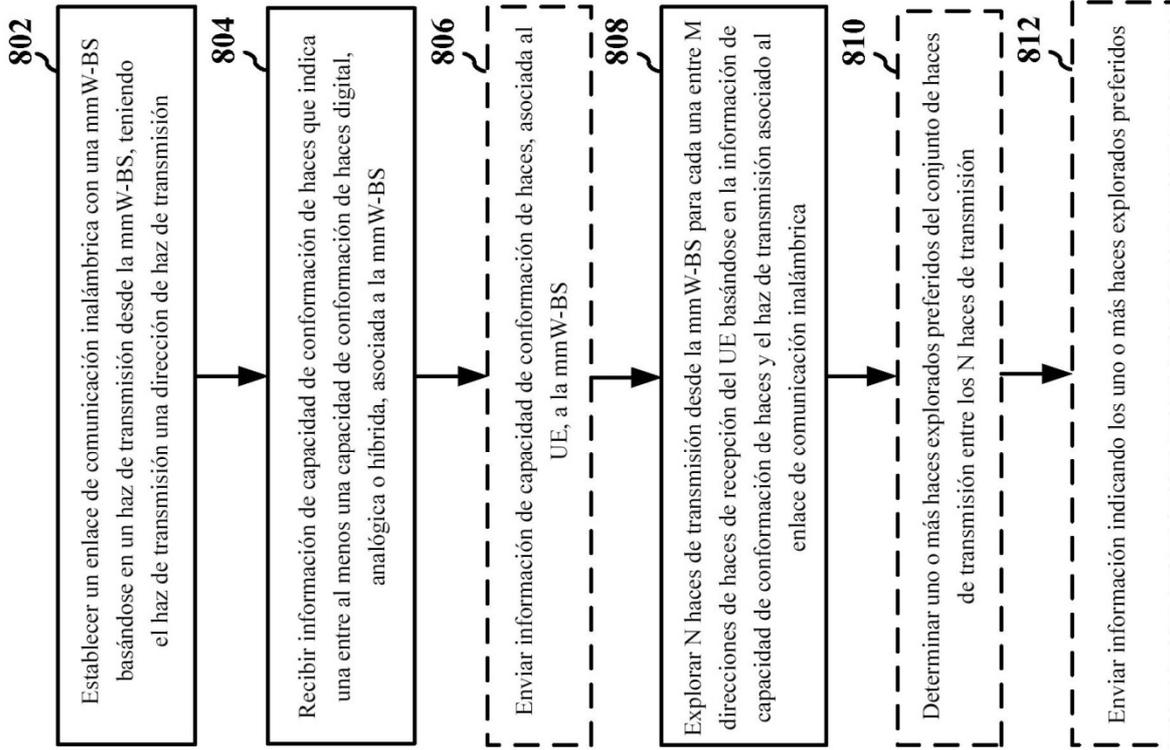


FIG. 8

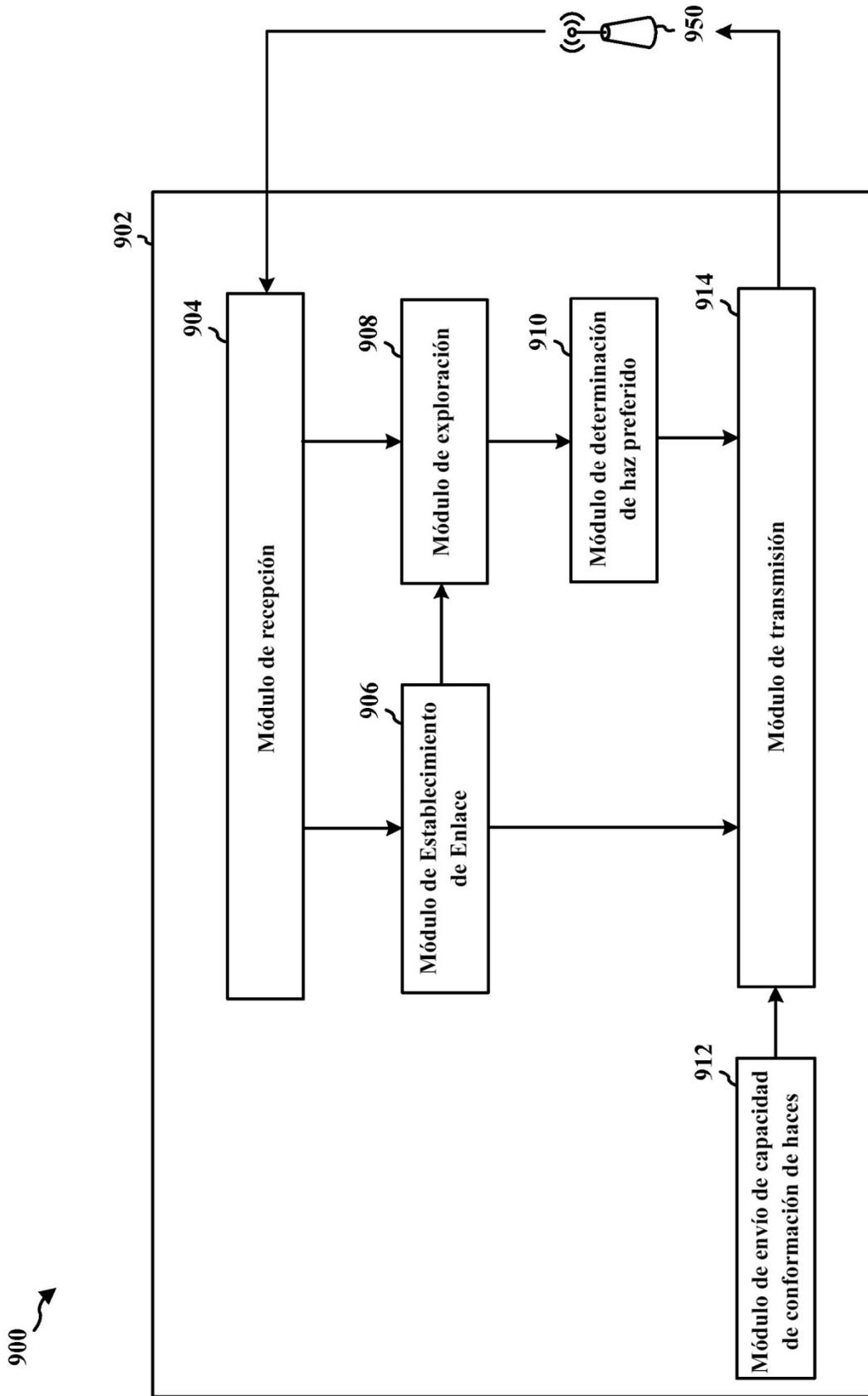


FIG. 9

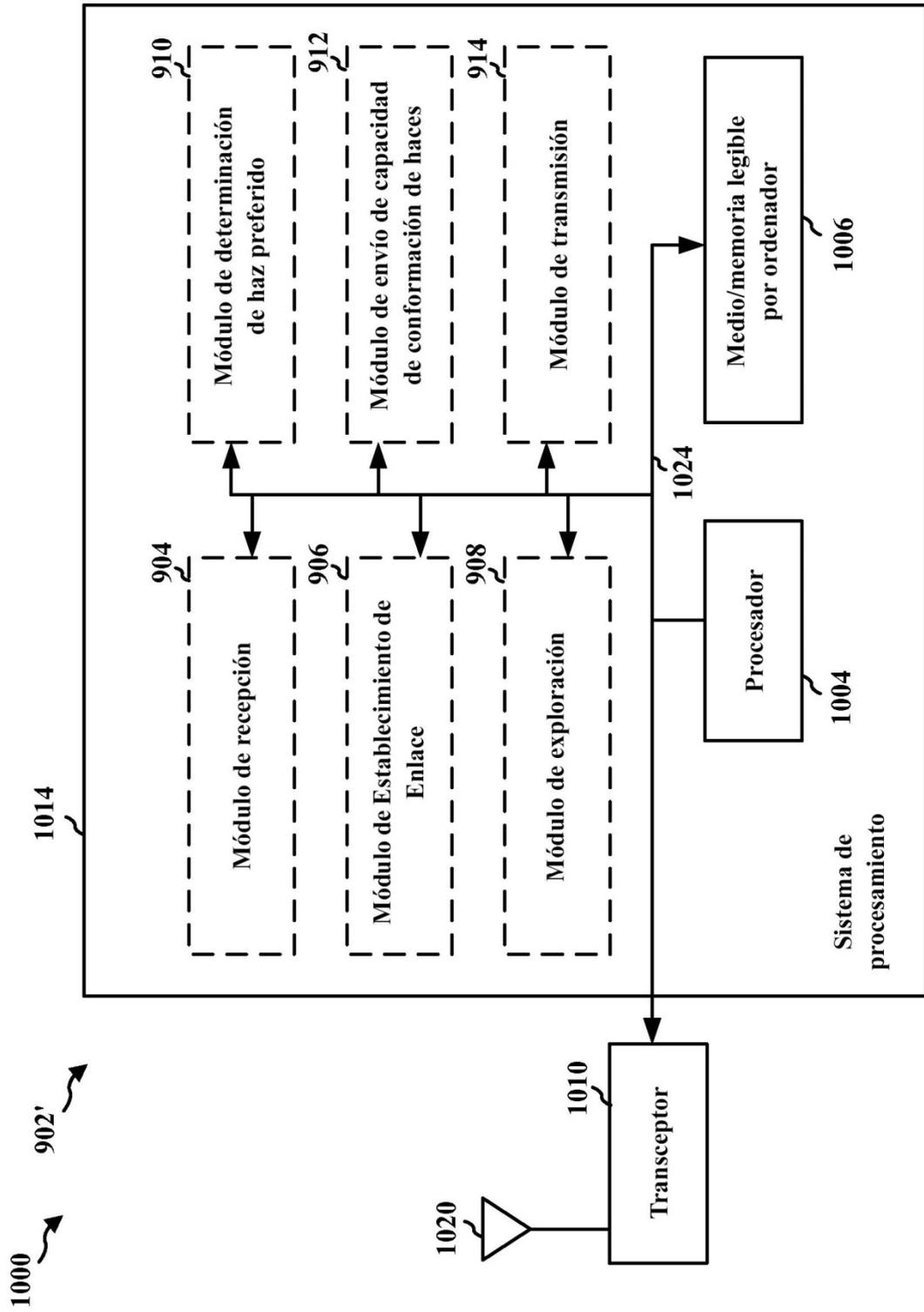


FIG. 10