

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 661 226**

51 Int. Cl.:

H04W 52/16 (2009.01)

H04W 52/18 (2009.01)

H04W 52/38 (2009.01)

H04W 16/14 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.09.2011 PCT/US2011/052813**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.03.2012 WO12040497**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.09.2011 E 11764647 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.01.2018 EP 2620021**

54 Título: **Potencia de transmisión reducida para la coexistencia de radios inalámbricas**

30 Prioridad:

14.09.2011 US 201113232547
22.09.2010 US 385380 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.03.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

KADOUS, TAMER ADEL;
HE, XIAOYIN;
DAYAL, PRANAV;
MANTRAVADI, ASHOK y
WANG, JIBING

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 661 226 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

Potencia de transmisión reducida para la coexistencia de radios inalámbricas

5 CAMPO TÉCNICO

[0001] La presente descripción se refiere, en general, a las técnicas multirradio y, más específicamente, a técnicas de coexistencia para dispositivos multirradio.

10 ANTECEDENTES

[0002] Los sistemas de comunicación inalámbrica están ampliamente implantados para proporcionar varios tipos de contenido de comunicación, tales como voz, datos, etc. Estos sistemas pueden ser sistemas de acceso múltiple capaces de soportar comunicaciones con múltiples usuarios compartiendo los recursos disponibles del sistema (*por ejemplo*, ancho de banda y potencia de transmisión). Ejemplos de dichos sistemas 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 evolución a largo plazo (LTE) de 3GPP y sistemas de acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia (OFDMA).

[0003] En general, un sistema de comunicación inalámbrica de acceso múltiple puede soportar simultáneamente comunicaciones para múltiples terminales inalámbricos. Cada terminal se comunica con una o más estaciones base mediante transmisiones en los enlaces directo e inverso. El enlace directo (o enlace descendente) se refiere al enlace de comunicación desde las estaciones base hasta los terminales, y el enlace inverso (o enlace ascendente) se refiere al enlace de comunicación desde los terminales hasta las estaciones base. Este enlace de comunicación puede establecerse a través de un sistema de única entrada y única salida, un sistema de múltiples entradas y única salida o un sistema de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO).

[0004] Algunos dispositivos avanzados convencionales incluyen múltiples radios para la transmisión/recepción utilizando diferentes tecnologías de acceso de radio (RAT). Los ejemplos de RAT incluyen, *por ejemplo*, el Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS), el Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM), cdma2000, WiMAX, WLAN (*por ejemplo*, WiFi), Bluetooth, LTE, y similares.

[0005] Un dispositivo móvil a modo de ejemplo incluye un equipo de usuario (UE) de LTE, tal como un teléfono móvil de cuarta generación (4G). Dicho teléfono 4G puede incluir varias radios para proporcionar una variedad de funciones para el usuario. A los fines de este ejemplo, el teléfono 4G incluye una radio de LTE para voz y datos, una radio IEEE 802.11 (WiFi), una radio del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y una radio Bluetooth, donde dos de las anteriores o las cuatro pueden operar simultáneamente. Si bien las diferentes radios proporcionan funcionalidades útiles para el teléfono, su inclusión en un solo dispositivo da lugar a problemas de coexistencia, como *por ejemplo* los que se describen en US 2009/0040937 A1, WO 2010/060752 A2 y WO 2010/090567 A1. Específicamente, el funcionamiento de una radio puede interferir, en algunos casos, con el funcionamiento de otra radio por radiación, conducción, colisión de recursos y/u otros mecanismos de interferencia. Los problemas de coexistencia incluyen dicha interferencia.

[0006] Esto es especialmente cierto para el canal de enlace ascendente de LTE, que es adyacente a la banda industrial, científica y médica (ISM) y puede causar con ello interferencias. Se observa que Bluetooth y algunos canales de LAN inalámbrica (WLAN) entran dentro de la banda ISM. En algunos casos, una tasa de error de Bluetooth puede volverse inaceptable cuando LTE está activo en algunos canales de Banda 7 o incluso Banda 40 para algunas condiciones del canal Bluetooth. Aunque no existe una degradación significativa de LTE, el funcionamiento simultáneo con Bluetooth puede provocar la interrupción de los servicios de voz que terminan en un auricular Bluetooth. Dicha interrupción puede ser inaceptable para el consumidor. Existe un problema similar cuando las transmisiones LTE interfieren con el GPS. Actualmente, no existe un mecanismo que pueda resolver este problema ya que LTE por sí mismo no experimenta ninguna degradación.

[0007] Con referencia específicamente a LTE, se observa que un UE se comunica con un NodoB evolucionado (eNB; *por ejemplo*, una estación base para una red de comunicaciones inalámbricas) para informar al eNB de la interferencia vista por el UE en el enlace descendente. Además, el eNB puede ser capaz de estimar la interferencia en el UE utilizando una tasa de error de enlace descendente. En algunos casos, el eNB y el UE pueden cooperar para encontrar una solución que reduzca la interferencia en el UE, incluso la interferencia debida a las radios dentro del propio UE. Sin embargo, en LTE convencional, las estimaciones de interferencia con respecto al enlace descendente pueden no ser adecuadas para abordar la interferencia de manera integral.

[0008] En un caso, una señal de enlace ascendente LTE interfiere con una señal Bluetooth o una señal de WLAN. Sin embargo, dicha interferencia no se refleja en los informes de medición de enlace descendente en el eNB. Como resultado, la acción unilateral de parte del UE (*por ejemplo*, mover la señal de enlace ascendente a un canal diferente) puede verse obstaculizada por el eNB, que no tiene conocimiento del problema de coexistencia del enlace ascendente y busca deshacer la acción unilateral. *Por ejemplo*, incluso si el UE restablece la conexión en un canal

de frecuencia diferente, la red todavía puede transferir el UE de vuelta al canal de frecuencia original que estaba dañado por la interferencia en el dispositivo. Este es un escenario probable porque la intensidad de la señal deseada en el canal dañado a veces puede ser mayor que la reflejada en los informes de medición del nuevo canal basado en la señal de referencia

- 5 Potencia recibida (RSRP) en el eNB. Por lo tanto, un efecto ping-pong de ser transferido de un lado a otro entre el canal dañado y el canal deseado puede ocurrir si el eNB usa informes RSRP para tomar decisiones de traspaso.

[0009] Otra acción unilateral por parte del UE, como simplemente detener las comunicaciones de enlace ascendente sin coordinación del eNB, puede provocar fallos de funcionamiento de bucle de potencia en el eNB. Los problemas adicionales que existen en el LTE convencional incluyen una falta general de capacidad por parte del UE para sugerir configuraciones deseadas como una alternativa a las configuraciones que tienen problemas de coexistencia. Por al menos estos motivos, los problemas de coexistencia del enlace ascendente en el UE pueden permanecer sin resolver durante un período de tiempo prolongado, degradando el rendimiento y la eficacia para otros radios del UE.

15 SUMARIO

[0010] Se ofrece un procedimiento de comunicaciones inalámbricas. El procedimiento incluye determinar una métrica de rendimiento de una radio agresora y una métrica de rendimiento de una radio víctima. El procedimiento también incluye establecer dinámicamente una potencia de transmisión máxima de la radio agresora basada en al menos una de la métrica de rendimiento de la radio víctima y la métrica de rendimiento de la radio agresora. La máxima potencia de transmisión de la radio agresora se establece para cumplir los criterios de rendimiento objetivos para la radio víctima y la radio agresora. El procedimiento también incluye enviar un informe de un espacio entre una potencia de transmisión actual del agresor y una potencia máxima de transmisión del agresor utilizada para controlar la potencia y la velocidad, basándose en la potencia máxima de transmisión del agresor.

[0011] Se ofrece un aparato de comunicaciones inalámbricas. El aparato incluye medios para determinar una métrica de rendimiento de una radio agresora y una métrica de rendimiento de una radio víctima. El aparato también incluye medios para establecer dinámicamente una potencia de transmisión máxima de la radio agresora basada en al menos una de la métrica de rendimiento de la radio víctima y la métrica de rendimiento de la radio agresora. La máxima potencia de transmisión de la radio agresora se establece para cumplir los criterios de rendimiento objetivos para la radio víctima y la radio agresora. El aparato también incluye medios para enviar un informe de un espacio entre una potencia de transmisión actual del agresor y una potencia de transmisión máxima del agresor utilizada para controlar la potencia y la velocidad, basándose en la potencia máxima de transmisión del agresor.

[0012] Se ofrece un producto de programa informático configurado para comunicaciones inalámbricas. El producto de programa informático incluye un medio legible por ordenador no transitorio que presenta un código de programa no transitorio grabado en el mismo. El código de programa no transitorio incluye un código de programa para determinar una métrica de rendimiento de una radio agresora y una métrica de rendimiento de una radio víctima. El código de programa no transitorio también incluye un código de programa para establecer dinámicamente una potencia de transmisión máxima de la radio agresora basada en al menos una de la métrica de rendimiento de la radio víctima y la métrica de rendimiento de la radio agresora. La máxima potencia de transmisión de la radio agresora se establece para cumplir los criterios de rendimiento objetivos para la radio víctima y la radio agresora. El código de programa no transitorio también incluye un código de programa para enviar un informe de un espacio entre una potencia de transmisión actual del agresor y una potencia máxima de transmisión del agresor utilizada para controlar la potencia y la velocidad, basándose en la máxima potencia de transmisión del agresor.

[0013] Se ofrece un aparato de comunicaciones inalámbricas. El aparato incluye una memoria y un procesador o procesadores acoplados a la memoria. El procesador o procesadores están configurados para determinar una métrica de rendimiento de una radio agresora y una métrica de rendimiento de una radio víctima. El procesador o procesadores también están configurados para establecer dinámicamente una potencia de transmisión máxima de la radio agresora basada en al menos una de la métrica de rendimiento de la radio víctima y la métrica de rendimiento de la radio agresora. La máxima potencia de transmisión de la radio agresora se establece para cumplir los criterios de rendimiento objetivos para la radio víctima y la radio agresora. El procesador o procesadores también se configuran para enviar un informe de un espacio entre una potencia de transmisión actual del agresor y una potencia de transmisión máxima del agresor utilizada para controlar la potencia y la velocidad, basándose en la máxima potencia de transmisión del agresor.

[0014] A continuación se describirán características y ventajas adicionales de la divulgación. Debería ser apreciado por los expertos en la técnica que esta divulgación puede utilizarse fácilmente como base para modificar o diseñar otras estructuras para llevar a cabo los mismos propósitos de la presente divulgación. Los expertos en la técnica también deberían darse cuenta de que dichas construcciones equivalentes no se apartan de las enseñanzas de la divulgación, según se expone en las reivindicaciones adjuntas. Los rasgos novedosos, que se cree que son característicos de la divulgación, tanto en lo que respecta a su organización como al procedimiento de funcionamiento, junto con los objetos y ventajas adicionales, se comprenderán mejor a partir de la siguiente descripción cuando se considere en relación con las figuras adjuntas. No obstante, debe comprenderse expresamente que cada una de las figuras se proporciona solo con fines de ilustración y descripción, y no pretende

ser una definición de los límites de la presente divulgación.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

5 **[0015]** Los rasgos, la naturaleza y las ventajas de la presente divulgación resultarán más evidentes a partir de la descripción detallada expuesta a continuación cuando se tome en consideración junto con los dibujos, en los que caracteres de referencia iguales identifican correspondientemente en toda su extensión.

10 La FIGURA 1 ilustra un sistema de comunicación inalámbrica de acceso múltiple de acuerdo con un aspecto.

La FIGURA 2 es un diagrama de bloques de un sistema de comunicación de acuerdo con un aspecto.

15 La FIGURA 3 ilustra una estructura de tramas a modo de ejemplo en comunicaciones de Evolución a Largo Plazo (LTE) de enlace descendente.

La FIGURA 4 es un diagrama de bloques que ilustra de forma conceptual una estructura de tramas a modo de ejemplo en comunicaciones de Evolución a Largo Plazo (LTE) de enlace ascendente.

20 La FIGURA 5 ilustra un entorno de comunicaciones inalámbricas a modo de ejemplo.

La FIGURA 6 es un diagrama de bloques de un diseño a modo de ejemplo para un dispositivo inalámbrico multirradio.

25 La FIGURA 7 es un gráfico que muestra las posibles colisiones respectivas entre siete radios a modo de ejemplo en un período de decisión dado.

La FIGURA 8 es un diagrama que muestra el funcionamiento de un Administrador de Coexistencia (CxM) a modo de ejemplo a lo largo del tiempo.

30 La FIGURA 9 es un diagrama de bloques que ilustra bandas de frecuencia adyacentes.

La FIGURA 10 es un diagrama de bloques de un sistema para proporcionar soporte dentro de un entorno de comunicaciones inalámbricas para la gestión de coexistencia de múltiples radio de acuerdo con un aspecto de la presente divulgación.

35 La FIGURA 11 es un diagrama de bloques que ilustra la reducción de la potencia de transmisión para la coexistencia de múltiples radios de acuerdo con un aspecto de la presente divulgación.

40 La FIGURA 12 es un diagrama de bloques que ilustra los componentes para reducir la potencia de transmisión para la coexistencia de múltiples radios de acuerdo con un aspecto de la presente divulgación.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

45 **[0016]** Varios aspectos de la divulgación proporcionan técnicas para reducir los problemas de coexistencia en dispositivos multirradio, donde pueden existir problemas de coexistencia significativos dentro del dispositivo entre, por ejemplo, LTE y las bandas industrial, científica y médica (ISM) (por ejemplo, para BT/WLAN). Como se explicó anteriormente, algunos problemas de coexistencia persisten porque un eNB no tiene conocimiento de la interferencia en el lado del UE que experimentan otras radios. De acuerdo con un aspecto, el UE declara un fallo del enlace de radio (RLF) y accede autónomamente a un nuevo canal o tecnología de acceso de radio (RAT) si existe un problema de coexistencia en el presente canal. El UE puede declarar un RLF en algunos ejemplos por las siguientes razones: 50 1) la recepción del UE se ve afectada por la interferencia debida a la coexistencia, y 2) el transmisor del UE está causando interferencia disruptiva a otra radio. El UE luego envía un mensaje que indica el problema de coexistencia al eNB mientras restablece la conexión en el nuevo canal o RAT. El eNB toma conciencia del problema de la coexistencia en virtud de haber recibido el mensaje.

55 **[0017]** Las técnicas descritas en el presente documento pueden usarse en diversas redes de comunicaciones inalámbricas, tales como redes de acceso múltiple por división de código (CDMA), redes de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), redes de acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), redes FDMA ortogonales (OFDMA), redes FDMA de única portadora (SC-FDMA), etc. Los términos “redes” y “sistemas” se usan a menudo de forma intercambiable. Una red CDMA puede implementar una tecnología de radio, tal como el Acceso Radioeléctrico Terrestre Universal (UTRA), cdma2000, etc. UTRA incluye CDMA de Banda Ancha (W-CDMA) y Baja Velocidad de Chip (LCR). cdma2000 abarca las normas IS-2000, IS-95 e IS-856. Una red TDMA puede implementar una tecnología de radio tal como el Sistema Global de Comunicaciones Móviles (GSM). Una red OFDMA puede implementar una tecnología de radio tal como UTRA Evolucionado (E-UTRA), IEEE 802.11, IEEE 802.16, IEEE 65 802.20, Flash-OFDM®, etc. UTRA, E-UTRA y GSM son parte del Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS). La Evolución a Largo Plazo (LTE) es una nueva versión de UMTS que usa E-UTRA. UTRA, E-UTRA, GSM,

UMTS y LTE se describen en documentos de una organización llamada "Proyecto de Colaboración de 3.^a Generación" (3GPP). CDMA2000 está descrito en documentos de una organización llamada "Proyecto de Colaboración de 3.^a Generación 2" (3GPP2). Estas diversas tecnologías y normas de radio son conocidas en la técnica. Para mayor claridad, determinados aspectos de las técnicas se describen a continuación para la LTE, usándose la terminología de la LTE en partes de la siguiente descripción.

[0018] El acceso múltiple por división de frecuencia de única portadora (SC-FDMA), que utiliza modulación de única portadora y ecualización en el dominio de frecuencia, es una técnica que puede utilizarse con los diversos aspectos descritos en el presente documento. SC-FDMA tiene prestaciones similares y esencialmente una complejidad global similar a la de un sistema OFDMA. Una señal SC-FDMA tiene una relación de potencia pico a promedio (PAPR) inferior debido a su estructura inherente de única portadora. SC-FDMA ha acaparado gran atención, especialmente en las comunicaciones de enlace ascendente, donde una PAPR inferior beneficia en gran medida al terminal móvil en términos de eficiencia de la potencia de transmisión. Actualmente es una hipótesis de trabajo para un esquema de acceso múltiple de enlace ascendente en la Evolución a Largo Plazo (LTE) de 3GPP o en el UTRA Evolucionado.

[0019] Haciendo referencia a la FIGURA 1 se ilustra un sistema de comunicación inalámbrica de acceso múltiple de acuerdo a un aspecto. Un Nodo B evolucionado (eNB) 100 incluye un ordenador 115 que tiene recursos de procesamiento y recursos de memoria para gestionar las comunicaciones de LTE asignando recursos y parámetros, otorgando/denegando solicitudes de equipos de usuario y/o similares. Un eNB 100 también tiene grupos de múltiples antenas, incluyendo un grupo la antena 104 y la antena 106, incluyendo otro grupo la antena 108 y la antena 110, e incluyendo un grupo adicional la antena 112 y la antena 114. En la FIGURA 1 solo se muestran dos antenas para cada grupo de antenas, aunque puede utilizarse un número mayor o menor de antenas para cada grupo de antenas. Un Equipo de Usuario (UE) 116 (también denominado Terminal de Acceso (AT)) está en comunicación con las antenas 112 y 114, mientras que las antenas 112 y 114 transmiten información al UE 116 por un enlace ascendente (UL) 188. El UE 122 se comunica con las antenas 106 y 108, mientras que las antenas 106 y 108 transmiten información al UE 122 a través de un enlace descendente (DL) 126 y reciben información desde el UE 122 a través de un enlace ascendente 124. En un sistema de duplexado por división de frecuencia (FDD), los enlaces de comunicación 118, 120, 124 y 126 pueden usar frecuencias diferentes para las comunicaciones. Por ejemplo, el enlace descendente 120 puede usar una frecuencia diferente a la usada por el enlace ascendente 118.

[0020] Cada grupo de antenas y/o el área en la que están diseñadas para comunicarse se denomina a menudo sector del eNB. En este aspecto, grupos de antenas respectivos están diseñados para comunicarse con los UE en un sector de las áreas cubiertas por el eNB 100.

[0021] En la comunicación a través de los enlaces descendentes 120 y 126, las antenas de transmisión del eNB 100 utilizan la conformación de haz para mejorar la relación de señal a ruido de los enlaces ascendentes para los diferentes UE 116 y 122. Además, un eNB que use la conformación de haces para transmitir a los UE dispersados de forma aleatoria por su área de cobertura causa menos interferencia a los UE en células vecinas que un UE que transmita a través de una única antena a todos sus UE.

[0022] Un eNB puede ser una estación fija usada para comunicarse con los terminales y también puede denominarse punto de acceso, estación base o con alguna otra terminología. Un UE también puede llamarse terminal de acceso, dispositivo de comunicación inalámbrica, terminal o con alguna otra terminología.

[0023] La FIGURA 2 es un diagrama de bloques de un aspecto de un sistema transmisor 210 (también conocido como eNB) y un sistema receptor 250 (también conocido como UE) en un sistema de MIMO 200. En algunos casos, tanto un UE como un eNB tienen cada uno un transceptor que incluye un sistema transmisor y un sistema receptor. En el sistema transmisor 210, los datos de tráfico para varios flujos de datos se proporcionan desde una fuente de datos 212 a un procesador de datos de transmisión (TX) 214.

[0024] Un sistema de MIMO utiliza múltiples (N_T) antenas de transmisión y múltiples (N_R) antenas de recepción para la transmisión de datos. Un canal MIMO formado por las N_T antenas de transmisión y las N_R antenas de recepción puede descomponerse en N_S canales independientes, que también se denominan canales espaciales, en el que $N_S \leq \min \{N_T, N_R\}$. Cada uno de los N_S canales independientes corresponde a una dimensión. El sistema de MIMO puede proporcionar un rendimiento mejorado (por ejemplo, mayor rendimiento y/o mayor fiabilidad) si se utilizan las dimensiones adicionales creadas por las múltiples antenas transmisoras y receptoras.

[0025] Un sistema de MIMO presta soporte a los sistemas de duplexado por división de tiempo (TDD) y de duplexado por división de frecuencia (FDD). En un sistema TDD, las transmisiones de enlace ascendente y de enlace descendente están en la misma región de frecuencia de modo que el principio de reciprocidad permite la estimación del canal de enlace descendente a partir del canal de enlace ascendente. Esto permite al eNB extraer una ganancia de conformación de haces de transmisión en el enlace descendente cuando múltiples antenas estén disponibles en el eNB.

[0026] En un aspecto, cada flujo de datos se transmite a través de una respectiva antena de transmisión. El

procesador de datos TX 214 da formato, codifica e intercala los datos de tráfico para cada flujo de datos basándose en un esquema de codificación particular seleccionado para que ese flujo de datos proporcione datos codificados.

5 **[0027]** Los datos codificados para cada flujo de datos pueden multiplexarse con datos piloto usando técnicas de OFDM. Los datos piloto son un patrón de datos conocido que se procesa de manera conocida y que puede utilizarse en el sistema receptor para estimar la respuesta del canal. Los datos piloto y codificados multiplexados para cada flujo de datos se modulan a continuación (por ejemplo, se asignan símbolos) basándose en un esquema de modulación particular (por ejemplo, BPSK, QPSK, M-PSK o M-QAM) seleccionado para que ese flujo de datos proporcione símbolos de modulación. La velocidad de transferencia de datos, la codificación y la modulación para cada flujo de datos puede determinarse mediante instrucciones llevadas a cabo por un procesador 230 que funciona con una memoria 232.

15 **[0028]** Los símbolos de modulación para los flujos de datos respectivos se proporcionan a continuación a un procesador MIMO TX 220, que puede procesar adicionalmente los símbolos de modulación (*por ejemplo*, para OFDM). El procesador MIMO TX 220 proporciona después N_T flujos de símbolos de modulación a N_T transmisores (TMTR) 222a a 222t. En determinados aspectos, el procesador de MIMO de TX 220 aplica ponderaciones de conformación de haz a los símbolos de los flujos de datos y a la antena desde la cual se está transmitiendo el símbolo.

20 **[0029]** Cada transmisor 222 recibe y procesa un flujo de símbolos respectivo para proporcionar una o más señales analógicas y acondiciona adicionalmente (*por ejemplo*, amplifica, filtra y aumenta en frecuencia) las señales analógicas a fin de proporcionar una señal modulada adecuada para su transmisión a través del canal MIMO. N_T señales moduladas de los transmisores 222a a 222t se transmiten entonces desde N_T antenas 224a a 224t, respectivamente.

25 **[0030]** En un sistema receptor 250, las señales moduladas transmitidas se reciben mediante N_R antenas 252a a 252r y la señal recibida desde cada antena 252 se proporciona a un receptor (RCVR) respectivo 254a a 254r. Cada receptor 254 acondiciona una señal recibida respectiva (por ejemplo, la filtra, amplifica y reduce su frecuencia), digitaliza la señal acondicionada para proporcionar muestras y procesa adicionalmente las muestras para proporcionar un flujo de símbolos "recibido" correspondiente.

30 **[0031]** A continuación, un procesador de datos RX 260 recibe y procesa los N_R flujos de símbolos recibidos desde los N_R receptores 254 basándose en una técnica específica de procesamiento de receptor a fin de proporcionar N_R flujos de símbolos "detectados". A continuación, el procesador de datos RX 260 desmodula, desintercala y descodifica cada flujo de símbolos detectado para recuperar los datos de tráfico para el flujo de datos. El procesamiento mediante el procesador de datos RX 260 es complementario al procesamiento realizado por el procesador MIMO TX 220 y el procesador de datos TX 214 en el sistema transmisor 210.

35 **[0032]** Un procesador 270 (que funciona con una memoria 272) determina periódicamente qué matriz de precodificación utilizar (lo que se expone posteriormente). El procesador 270 formula un mensaje de enlace ascendente que comprende una parte de índice de matriz y una parte de valor de rango.

40 **[0033]** El mensaje de enlace ascendente puede comprender diversos tipos de información respecto al enlace de comunicación y/o al flujo de datos recibido. A continuación, el mensaje de enlace ascendente se procesa mediante un procesador de datos TX 238, que también recibe datos de tráfico para varios flujos de datos desde una fuente de datos 236, se modula mediante un modulador 280, se acondiciona mediante los transmisores 254a a 254r y se transmite de vuelta al sistema transmisor 210.

45 **[0034]** En el sistema transmisor 210, las señales moduladas del sistema receptor 250 se reciben mediante las antenas 224, se acondicionan mediante los receptores 222, se desmodulan mediante un desmodulador 240 y se procesan mediante un procesador de datos RX 242 para extraer el mensaje de enlace ascendente transmitido por el sistema receptor 250. A continuación, el procesador 230 determina qué matriz de precodificación utilizar para determinar las ponderaciones de conformación de haz y, a continuación, procesa el mensaje extraído.

50 **[0035]** La FIGURA 3 es un diagrama de bloques que ilustra de modo conceptual una estructura de trama a modo de ejemplo en comunicaciones de Evolución de Largo Plazo (LTE) de enlace descendente. El cronograma de transmisión para el enlace descendente puede dividirse en unidades de tramas de radio. Cada trama de radio puede tener una duración predeterminada (por ejemplo, 10 milisegundos (ms)) y puede dividirse en 10 subtramas con índices de 0 a 9. Cada subtrama puede incluir dos ranuras. De este modo, cada trama de radio puede incluir 20 ranuras con índices de 0 a 19. Cada ranura puede incluir L periodos de símbolos, *por ejemplo*, 7 periodos de símbolos para un prefijo cíclico normal (como se muestra en la FIGURA 3) o 6 periodos de símbolos para un prefijo cíclico extendido. Los 2L periodos de símbolos de cada subtrama pueden tener índices asignados de 0 a 2L-1. Los recursos de frecuencia y tiempo disponibles se pueden dividir en bloques de recursos. Cada bloque de recursos puede abarcar N subportadoras (*por ejemplo*, 12 subportadoras) en una ranura.

55 **[0036]** En LTE, un eNB puede enviar una Señal de Sincronización Primaria (PSS) y una Señal de Sincronización

Secundaria (SSS) para cada célula del eNB. La PSS y SSS pueden transmitirse en los periodos de símbolo 6 y 5, respectivamente, en cada una de las sub-tramas 0 y 5 de cada trama de radio con el prefijo cíclico normal, tal como se muestra en la FIGURA 3. Las señales de sincronización pueden ser usadas por los UE para la detección y la adquisición de células. El eNB puede transmitir un canal físico de radiodifusión (PBCH) en los periodos de símbolo 0 a 3 en la ranura 1 de la subtrama 0. El PBCH puede transportar determinada información de sistema.

[0037] El eNB puede enviar una señal de referencia de células específicas (CRS) para cada célula del eNB. La CRS puede enviarse en los símbolos 0, 1 y 4 de cada ranura en el caso del prefijo cíclico normal, y en los símbolos 0, 1 y 3 de cada ranura en el caso del prefijo cíclico extendido. La CRS puede ser usada por los UE para la desmodulación coherente de canales físicos, temporización y seguimiento de frecuencia, supervisión de enlaces de radio (RLM), potencia de señal de referencia recibida (RSRP) y mediciones de calidad de señal recibida de referencia (RSRQ), etc.

[0038] El eNB puede enviar un canal físico indicador del formato de control (PCFICH) en el primer período de símbolos de cada subtrama, tal como se observa en la FIGURA 3. El PCFICH puede transmitir el número de períodos de símbolos (M) usados para los canales de control, donde M puede ser igual a 1, 2 o 3 y puede cambiar de subtrama a subtrama. M también puede ser igual a 4 para un pequeño ancho de banda de sistema, *por ejemplo*, con menos de 10 bloques de recursos. En el ejemplo que se muestra en la FIGURA 3, $M = 3$. El eNB puede enviar un canal físico indicador de HARQ (PHICH) y un canal físico de control de enlace descendente (PDCCH) en los primeros M períodos de símbolos de cada subtrama. El PDCCH y el PHICH también se incluyen en los primeros tres períodos de símbolos en el ejemplo que se muestra en la FIGURA 3. El PHICH puede transportar información para dar soporte a la solicitud híbrida de repetición automática (HARQ). El PDCCH puede transportar información sobre la asignación de recursos para los UE e información de control para los canales de enlace descendente. El eNB puede enviar un canal físico compartido de enlace descendente (PDSCH) en los períodos de símbolos restantes de cada subtrama. El PDSCH puede transportar datos para los UE planificados para la transmisión de datos en el enlace descendente. Las diversas señales y canales en LTE se describen en la especificación del 3GPP TS 36.211, titulada "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Channels and Modulation" ("Acceso radioeléctrico terrestre universal evolucionado (E-UTRA); canales físicos y modulación"), que está disponible para el público.

[0039] El eNB puede enviar la PSS, la SSS y el PBCH en la frecuencia central de 1,08 MHz del ancho de banda del sistema usado por el eNB. El eNB puede enviar el PCFICH y el PHICH en todo el ancho de banda del sistema en cada período de símbolos en el que se envían estos canales. El eNB puede enviar el PDCCH a grupos de UE en determinadas partes del ancho de banda del sistema. El eNB puede enviar el PDSCH a UE específicos en partes específicas del ancho de banda del sistema. El eNB puede enviar la PSS, la SSS, el PBCH, el PCFICH y el PHICH en forma de radiodifusión a todos los UE, puede enviar el PDCCH en forma de unidifusión a UE específicos y también puede enviar el PDSCH en forma de unidifusión a UE específicos.

[0040] Un determinado número de elementos de recursos puede estar disponible en cada periodo de símbolos. Cada elemento de recurso puede abarcar una subportadora en un periodo de símbolos y puede usarse para enviar un símbolo de modulación, que puede ser un valor real o complejo. Los elementos de recursos no usados para una señal de referencia en cada período de símbolos pueden disponerse en grupos de elementos de recursos (REG). Cada REG puede incluir cuatro elementos de recursos en un período de símbolos. El PCFICH puede ocupar cuatro REG, que pueden estar separados de manera aproximadamente igual por toda la frecuencia, en el período de símbolos 0. El PHICH puede ocupar tres REG, que pueden estar dispersos por toda la frecuencia, en uno o más períodos de símbolos configurables. Por ejemplo, los tres REG para el PHICH pueden pertenecer todos al período de símbolos 0 o pueden distribuirse en los períodos de símbolos 0, 1 y 2. El PDCCH puede ocupar 9, 18, 32 o 64 REG, que pueden seleccionarse entre los REG disponibles, en los M primeros periodos de símbolos. Solo pueden permitirse ciertas combinaciones de los REG para el PDCCH.

[0041] Un UE puede conocer los REG específicos usados para el PHICH y el PCFICH. El UE puede buscar diferentes combinaciones de los REG para el PDCCH. El número de combinaciones a buscar es típicamente menor que el número de combinaciones permitidas para el PDCCH. Un eNB puede enviar el PDCCH al UE en cualquiera de las combinaciones que el UE buscará.

[0042] La FIGURA 4 es un diagrama de bloques que ilustra de forma conceptual una estructura de trama a modo de ejemplo en comunicaciones de Evolución a Largo Plazo (LTE) de enlace ascendente. Los bloques de recursos (RB) disponibles para el enlace ascendente se pueden dividir en una sección de datos y una sección de control. La sección de control puede formarse en los dos bordes del ancho de banda del sistema y puede tener un tamaño configurable. Los bloques de recursos de la sección de control pueden asignarse a los UE para la transmisión de información de control. La sección de datos puede incluir todos los bloques de recursos no incluidos en la sección de control. El diseño de la FIGURA 4 da lugar a la sección de datos que incluye subportadoras contiguas, lo que puede permitir que un único UE tenga asignadas todas las subportadoras contiguas en la sección de datos.

[0043] Un UE puede tener asignados bloques de recursos en la sección de control para transmitir la información de control a un eNB. El UE también puede tener asignados bloques de recursos en la sección de datos para transmitir datos al eNB. El UE puede transmitir información de control en un canal físico de control de enlace ascendente

(PUCCH) en los bloques de recursos asignados en la sección de control. El UE puede transmitir solo datos o tanto datos como información de control en un canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH) en los bloques de recursos asignados en la sección de datos. Una transmisión de enlace ascendente puede abarcar ambas ranuras de una subtrama y puede saltar en frecuencia, como se muestra en la FIGURA 4.

5 **[0044]** La PSS, la SSS, la CRS, el PBCH, el PUCCH y el PUSCH en la LTE se describen en el documento TS 36.211 de 3GPP, titulado "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Channels and Modulation" ("Acceso radioeléctrico terrestre universal evolucionado (E-UTRA); canales físicos y modulación"), que está disponible para el público.

10 **[0045]** En un aspecto, se describen en el presente documento sistemas y procedimientos para proporcionar soporte dentro de un entorno de comunicaciones inalámbricas, tal como un entorno LTE de 3GPP o similar, para facilitar soluciones de coexistencia de múltiples radios.

15 **[0046]** Haciendo referencia ahora a la FIGURA 5, se ilustra un entorno de comunicaciones inalámbricas 500 a modo de ejemplo en el que pueden funcionar varios aspectos descritos en el presente documento. El entorno de comunicaciones inalámbricas 500 puede incluir un dispositivo inalámbrico 510, que puede ser capaz de comunicarse con múltiples sistemas de comunicación. Estos sistemas pueden incluir, por ejemplo, uno o más sistemas celulares 520 y/o 530, uno o más sistemas WLAN 540 y/o 550, uno o más sistemas de red de área personal inalámbrica (WPAN) 560, uno o más sistemas de radiodifusión 570, uno o más sistemas de posicionamiento por satélite 580, otros sistemas no mostrados en la FIGURA 5, o cualquier combinación de los mismos. Debe apreciarse que en la siguiente descripción los términos "red" y "sistema" se usan a menudo indistintamente.

25 **[0047]** Los sistemas celulares 520 y 530 pueden ser cada uno un CDMA, TDMA, FDMA, OFDMA, FDMA de portadora única (SC-FDMA), u otro sistema adecuado. Un sistema CDMA puede implementar una tecnología de radio, tal como el acceso radioeléctrico terrestre universal (UTRA), cdma2000, etc. UTRA incluye CDMA de banda ancha (W-CDMA) y otras variantes de CDMA. Además, cdma2000 abarca las normas IS-2000 (CDMA2000 1X), IS-95 e IS-856 (HRPD). Un sistema TDMA puede implementar una tecnología de radio como el Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM), el Sistema de Teléfono Móvil Avanzado Digital (D-AMPS), etc. Un sistema OFDMA puede implementar una tecnología de radio como UTRA Evolucionado (E-UTRA), Banda Ancha Ultra-móvil (UMB), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802.20, Flash-OFDM®, etc. UTRA y E-UTRA son parte del Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS). La Evolución a Largo Plazo (LTE) y la LTE Avanzada (LTE-A) del 3GPP son versiones nuevas del UMTS que usan el E-UTRA. UTRA, E-UTRA, UMTS, LTE, LTE-A y GSM se describen en documentos de una organización llamada "Proyecto de Colaboración de 3.ª Generación" (3GPP). cdma2000 y UMB se describen en documentos de una organización llamada "Proyecto de Colaboración de 3.ª Generación 2" (3GPP2). En un aspecto, el sistema celular 520 puede incluir un número de estaciones base 522, que pueden soportar la comunicación bidireccional para dispositivos inalámbricos dentro de su cobertura. De manera similar, el sistema celular 530 puede incluir un número de estaciones base 532 que pueden soportar la comunicación bidireccional para dispositivos inalámbricos dentro de su cobertura.

40 **[0048]** Los sistemas WLAN 540 y 550 pueden implementar respectivamente tecnologías de radio tales como IEEE 802.11 (WiFi), Hiperlan, etc. El sistema WLAN 540 puede incluir uno o más puntos de acceso 542 que pueden soportar comunicación bidireccional. De manera similar, el sistema WLAN 550 puede incluir uno o más puntos de acceso 552 que pueden soportar comunicación bidireccional. El sistema WPAN 560 puede implementar una tecnología de radio tal como Bluetooth (BT), IEEE 802.15, etc. Además, el sistema WPAN 560 puede soportar comunicación bidireccional para diversos dispositivos tales como el dispositivo inalámbrico 510, un auricular 562, un ordenador 564, un ratón 566, o similar.

50 **[0049]** El sistema de radiodifusión 570 puede ser un sistema de radiodifusión de televisión (TV), un sistema de radiodifusión de modulación de frecuencia (FM), un sistema de radiodifusión digital, etc. Un sistema de radiodifusión digital puede implementar una tecnología de radio tal como MediaFLO™, radiodifusión de vídeo digital para terminales portátiles (DVB-H), radiodifusión digital de servicios integrados para la radiodifusión de televisión terrestre (ISDB-T) o similares. Además, el sistema de radiodifusión 570 puede incluir una o más estaciones de radiodifusión 572 que pueden soportar la comunicación unidireccional.

55 **[0050]** El sistema de posicionamiento por satélite 580 puede ser el sistema de Posicionamiento Global de Estados Unidos (GPS), el sistema europeo Galileo, el sistema ruso GLONASS, el sistema por satélite Quasi-Zenith (QZSS) sobre Japón, el sistema regional indio de navegación por satélite (IRNSS) sobre India, el sistema Beidou sobre China y/o cualquier otro sistema adecuado. Además, el sistema de posicionamiento satelital 580 puede incluir un número de satélites 582 que transmiten señales para la determinación de la posición.

60 **[0051]** En un aspecto, el dispositivo inalámbrico 510 puede ser estacionario o móvil y también puede denominarse un equipo de usuario (UE), una estación móvil, un equipo móvil, un terminal, un terminal de acceso, una unidad de abonado, una estación, etc. El dispositivo inalámbrico 510 puede ser un teléfono celular, una asistencia digital personal (PDA), un módem inalámbrico, un dispositivo portátil, un ordenador portátil, un teléfono inalámbrico, una estación de bucle local inalámbrico (WLL), etc. Además, un dispositivo inalámbrico 510 puede entablar comunicación

bidireccional con el sistema celular 520 y/o 530, el sistema WLAN 540 y/o 550, dispositivos con el sistema WPAN 560 y/o cualquier otro sistema o sistemas y/o dispositivo o dispositivos adecuados. El dispositivo inalámbrico 510 puede recibir adicional o de forma alternativa señales desde el sistema de radiodifusión 570 y/o el sistema de posicionamiento satelital 580. En general, se puede apreciar que el dispositivo inalámbrico 510 puede comunicarse con cualquier cantidad de sistemas en cualquier momento dado. Además, el dispositivo inalámbrico 510 puede experimentar problemas de coexistencia entre varios de sus dispositivos de radio constituyentes que operan al mismo tiempo. Por consiguiente, el dispositivo 510 incluye un administrador de coexistencia (CxM, no mostrado) que tiene un módulo funcional para detectar y reducir los problemas de coexistencia, como se explica más adelante.

[0052] Pasando a continuación a la FIGURA 6, se proporciona un diagrama de bloques que ilustra un diseño a modo de ejemplo para un dispositivo inalámbrico de múltiples radios 600 y se puede usar como una implementación de la radio 510 de la FIGURA 5. Como ilustra la FIGURA 6, el dispositivo inalámbrico 600 puede incluir N radios 620a a 620n, que pueden acoplarse a las N antenas 610a a 610n, respectivamente, donde N puede ser cualquier valor entero. Sin embargo, debe apreciarse que las radios 620 respectivas pueden acoplarse a cualquier número de antenas 610 y que múltiples radios 620 también pueden compartir una antena 610 dada.

[0053] En general, una radio 620 puede ser una unidad que irradia o emite energía en un espectro electromagnético, recibe energía en un espectro electromagnético o genera energía que se propaga a través de medios conductores. A modo de ejemplo, una radio 620 puede ser una unidad que transmite una señal a un sistema o a un dispositivo o una unidad que recibe señales de un sistema o dispositivo. En consecuencia, se puede apreciar que se puede utilizar una radio 620 para dar soporte a la comunicación inalámbrica. En otro ejemplo, una radio 620 también puede ser una unidad (*por ejemplo*, una pantalla en un ordenador, una placa de circuito, etc.) que emite ruido, lo que puede afectar al rendimiento de otras radios. En consecuencia, se puede apreciar, además, que una radio 620 también puede ser una unidad que emite ruido e interferencias sin soportar la comunicación inalámbrica.

[0054] En un aspecto, respectivas radios 620 pueden soportar la comunicación con uno o más sistemas. Múltiples radios 620 pueden usarse adicional o de forma alternativa para un sistema dado, *por ejemplo*, para transmitir o recibir en diferentes bandas de frecuencia (*por ejemplo*, bandas celulares y PCS).

[0055] En otro aspecto, un procesador digital 630 puede acoplarse a radios 620a a 620n y puede realizar varias funciones, tales como el procesamiento de datos que se transmiten o se reciben a través de las radios 620. El procesamiento para cada radio 620 puede depender de la tecnología de radio soportada por esa radio y puede incluir cifrado, codificación, modulación, etc., para un transmisor; desmodulación, decodificación, descifrado, etc., para un receptor, o similar. En un ejemplo, el procesador digital 630 puede incluir un CxM 640 que puede controlar el funcionamiento de las radios 620 para mejorar el rendimiento del dispositivo inalámbrico 600 como se describe, en general, en el presente documento. El CxM 640 puede tener acceso a una base de datos 644, que puede almacenar información utilizada para controlar el funcionamiento de las radios 620. Como se explica más adelante, el CxM 640 se puede adaptar para una variedad de técnicas para disminuir la interferencia entre las radios. En un ejemplo, el CxM 640 solicita un patrón de espacio de medición o ciclo de DRX que permite que una radio ISM se comunique durante periodos de inactividad de LTE.

[0056] Para simplificar, el procesador digital 630 se muestra en la FIGURA 6 como un único procesador. Sin embargo, debe apreciarse que el procesador digital 630 puede incluir cualquier cantidad de procesadores, controladores, memorias, etc. En un ejemplo, un controlador/procesador 650 puede dirigir el funcionamiento de varias unidades dentro del dispositivo inalámbrico 600. Adicionalmente o de forma alternativa, una memoria 652 puede almacenar códigos de programa y datos para el dispositivo inalámbrico 600. El procesador digital 630, el controlador/procesador 650 y la memoria 652 pueden implementarse en uno o más circuitos integrados (IC), circuitos integrados específicos de la aplicación (ASIC), etc. A modo de ejemplo específico, no limitativo, el procesador digital 630 puede implementarse en un ASIC de módem de estación móvil (MSM).

[0057] En un aspecto, el CxM 640 puede gestionar el funcionamiento de radios 620 respectivas utilizadas por el dispositivo inalámbrico 600 con el fin de evitar la interferencia y/u otra degradación del rendimiento asociada con colisiones entre radios 620 respectivas. El CxM 640 puede realizar uno o más procesos, como los ilustrados en la FIGURA 11. A modo de ilustración adicional, un gráfico 700 en la FIGURA 7 representa colisiones potenciales respectivas entre siete radios a modo de ejemplo en un período de decisión dado. En el ejemplo que se muestra en el gráfico 700, las siete radios incluyen un transmisor WLAN (Tw), un transmisor LTE (TI), un transmisor FM (Tf), un transmisor GSM/WCDMA (Tc/Tw), un receptor LTE (RI), un receptor Bluetooth (Rb) y un receptor GPS (Rg). Los cuatro transmisores están representados por cuatro nodos en el lado izquierdo del gráfico 700. Los cuatro receptores están representados por tres nodos en el lado derecho del gráfico 700.

[0058] Una colisión potencial entre un transmisor y un receptor se representa en el gráfico 700 mediante una rama que conecta el nodo para el transmisor y el nodo para el receptor. En consecuencia, en el ejemplo mostrado en el gráfico 700, pueden existir colisiones entre (1) el transmisor WLAN (Tw) y el receptor Bluetooth (Rb); (2) el transmisor LTE (TI) y el receptor Bluetooth (Rb); (3) el transmisor WLAN (Tw) y el receptor LTE (RI); (4) el transmisor FM (Tf) y el receptor GPS (Rg); (5) un transmisor WLAN (Tw), un transmisor GSM/WCDMA (Tc/Tw) y un receptor GPS (Rg).

[0059] En un aspecto, un CxM 640 a modo de ejemplo puede funcionar en el tiempo de manera tal como la mostrada por el diagrama 800 de la FIGURA 8. Como se ilustra en el diagrama 800, una línea de tiempo para el funcionamiento de CxM puede dividirse en unidades de decisión (DU), que pueden ser de cualquier longitud uniforme o no uniforme adecuada (*por ejemplo*, 100 μ s) donde se procesan notificaciones y una fase de respuesta (*por ejemplo*, 20 μ s) donde se proporcionan comandos a varios radios 620 y/o se realizan otras operaciones basándose en las acciones tomadas en la fase de evaluación. En un ejemplo, la línea de tiempo mostrada en el diagrama 800 puede tener un parámetro de latencia definido por un funcionamiento en el peor caso de la línea de tiempo, por ejemplo, el tiempo de una respuesta en el caso de que se obtenga una notificación de una radio dada inmediatamente después de la terminación de la fase de notificación en una DU determinada.

[0060] Como se muestra en la FIGURA 9, la Evolución a Largo Plazo (LTE) en la banda 7 (para el enlace ascendente de duplexado por división de frecuencia (FDD)), la banda 40 (para comunicaciones de duplexado por división de tiempo (TDD)) y la banda 38 (para el enlace descendente TDD) se encuentra junto a la banda industrial, científica y médica (ISM) de 2,4 GHz utilizada por las tecnologías Bluetooth (BT) y de red de área local inalámbrica (WLAN). La planificación de frecuencias para estas bandas es tal que existe una banda de guarda limitada o nula que permite que las soluciones de filtrado tradicionales eviten la interferencia en frecuencias adyacentes. Por ejemplo, existe una banda de guarda de 20 MHz entre la banda ISM y la banda 7, pero no existe una banda de guarda entre la banda ISM y la banda 40.

[0061] Para cumplir con las normas apropiadas, los dispositivos de comunicación que operan en una banda particular, deben poder operar en toda la gama de frecuencias especificada. Por ejemplo, para cumplir con LTE, una estación móvil/equipo de usuario debería poder comunicarse a través de la totalidad de la banda 40 (2300-2400 MHz) y de la banda 7 (2500-2570 MHz) según lo definido por el Proyecto de Colaboración de Tercera Generación (3GPP). Sin una banda de guarda suficiente, los dispositivos emplean filtros que se superponen a otras bandas causando interferencia de banda. Debido a que los filtros de la banda 40 tienen 100 MHz de ancho para cubrir toda la banda, la reinversión de esos filtros pasa a la banda ISM causando interferencia. De forma similar, los dispositivos ISM que usan la totalidad de la banda ISM (por ejemplo, de 2401 hasta aproximadamente 2480 MHz) emplearán filtros que se transfieren a la banda 40 y la banda 7 vecinas y pueden causar interferencia.

[0062] Pueden existir problemas de coexistencia en el dispositivo con respecto a un UE entre los recursos, tales como, por ejemplo, bandas LTE e ISM (*por ejemplo*, para Bluetooth/WLAN). En las implementaciones actuales de LTE, cualquier problema de interferencia con LTE se refleja en las mediciones de enlace descendente (*por ejemplo*, las métricas de la calidad de la señal de referencia recibida (RSRQ), etc.) informadas por un UE y/o la tasa de error de enlace descendente que el eNB puede usar para tomar decisiones de traspaso entre frecuencias o entre RAT para, *por ejemplo*, mover LTE a un canal o RAT sin problemas de coexistencia. Sin embargo, se puede apreciar que estas técnicas existentes no funcionarán si, por ejemplo, el enlace ascendente LTE está causando interferencia a Bluetooth/WLAN pero el enlace descendente LTE no ve ninguna interferencia de Bluetooth/WLAN. Más particularmente, incluso si el UE se mueve autónomamente a sí mismo a otro canal en el enlace ascendente, el eNB puede, en algunos casos, traspasar el UE de vuelta al canal problemático para fines de equilibrio de carga. En cualquier caso, se puede apreciar que las técnicas existentes no facilitan el uso del ancho de banda del canal problemático de la manera más eficiente.

[0063] Volviendo ahora a la FIGURA 10, se ilustra un diagrama de bloques de un sistema 1000 para proporcionar soporte dentro de un entorno de comunicaciones inalámbricas para la gestión de la coexistencia de múltiples radios. En un aspecto, el sistema 1000 puede incluir uno o más UE 1010 y/o eNB 1040, que pueden participar en comunicaciones de enlace ascendente y/o enlace descendente, y/o cualquier otra comunicación adecuada entre sí y/o cualesquiera otras entidades del sistema 1000. En un ejemplo, el UE 1010 y/o el eNB 1040 pueden funcionar para comunicarse usando una variedad de recursos, incluyendo canales de frecuencia y subbandas, algunos de los cuales pueden colisionar potencialmente con otros recursos de radio (por ejemplo, una radio de banda ancha tal como un módem LTE). Por lo tanto, el UE 1010 puede usar diversas técnicas para gestionar la coexistencia entre múltiples radios utilizadas por el UE 1010, como se describe, en general, en el presente documento.

[0064] Para reducir al menos los inconvenientes anteriores, el UE 1010 puede usar características respectivas descritas en el presente documento e ilustradas por el sistema 1000 para facilitar el soporte a la coexistencia de múltiples radios dentro del UE 1010. Por ejemplo, se puede proporcionar un módulo 1012 de supervisión del canal, un módulo 1014 analizador de coexistencia del canal y un módulo 1016 de reducción de potencia. El módulo 1012 de supervisión del canal supervisa el rendimiento de los canales de comunicación. El módulo 1014 analizador de coexistencia del canal analiza los posibles problemas de coexistencia de las radios. El módulo 1016 de reducción de potencia puede ajustar la potencia usada por las radios para reducir la interferencia potencial de los problemas de coexistencia. Los diversos módulos 1012-1016 pueden, en algunos ejemplos, implementarse como parte de un administrador de coexistencia tal como el CxM 640 de la FIGURA 6. Los diversos módulos 1012-1016 y otros pueden estar configurados para implementar los modos de realización analizados en el presente documento.

[0065] La interferencia entre una tecnología de radio de Evolución a Largo Plazo (LTE) y otras tecnologías de acceso de radio, tales como las que operan en la banda industrial, científica y médica (ISM) (por ejemplo, red de

área local inalámbrica (WLAN) y Bluetooth) puede dar lugar a un rendimiento degradado para la radio interferida (víctima). En ciertos escenarios, la sensibilidad de la víctima puede no verse afectada si la potencia de transmisión del agresor se reduce en una pequeña cantidad (llamada desaceleración). Las transmisiones de LTE en la Banda 7 que interfieren con la recepción ISM y las transmisiones ISM que interfieren con la recepción de LTE en la Banda 40 son ejemplos de dichos escenarios. Para otros escenarios, un cierto valor del indicador de la intensidad de la señal recibida (RSSI) de una víctima puede coexistir con el agresor si la potencia del agresor se reduce en unos pocos dB. Se puede reducir la potencia al disminuir una salida del amplificador de potencia (PA).

[0066] Un enfoque de potencia reducida puede funcionar para reducir la interferencia entre una radio LTE y una radio Bluetooth/WLAN. La reducción de potencia puede adaptarse a la calidad de la señal recibida por la víctima. Ciertos factores pueden determinar cuándo se desea un enfoque de potencia reducida y cuándo no. Esos factores pueden incluir la potencia de transmisión del agresor (Tx), la tasa de error observada en la radio víctima, el RSSI (indicador de la intensidad de la señal recibida), la pérdida de rendimiento, el impacto en la cobertura, etc.

[0067] La potencia puede ser reducida por un transmisor LTE para reducir la interferencia a otras radios. Un UE envía informes de margen de potencia a una estación base NodoB (eNB) evolucionado de forma regular. El eNB usa la potencia reducida al planificar el UE o un desajuste puede conducir a la pérdida innecesaria de recursos de red. El eNB utiliza el informe de margen de potencia (PHR) y la relación de señal a interferencia más ruido del UE observada para determinar si un esquema de codificación de modulación (MCS) particular puede ser soportado por el UE y qué ancho de banda asignar al UE. Un procedimiento para reducir la potencia en x dB es que el UE envíe un informe de margen de potencia con respecto a la potencia máxima menos x ($P_{max} - x$) dBm y limite la potencia de transmisión a este valor. Este esquema se puede denominar PHR - Falso (F). Este enfoque puede preferirse a que el UE pierda su potencia de manera autónoma cuando el informe del margen de potencia indica P_{max} , ya que este último enfoque puede dar como resultado que el eNB asigne al UE un esquema de codificación de modulación (MCS) que no puede descodificarse con $P_{max} - x$ dBm.

[0068] En un aspecto de la presente divulgación, la energía se puede reducir por medio de un transmisor ISM para reducir la interferencia a otras radios. Para una radio WLAN, un algoritmo de predicción de la velocidad en el lado del terminal puede reducir la potencia para el terminal WLAN y determinar el formato de paquete apropiado. Para Bluetooth, una radio Bluetooth tiene un mecanismo de control de potencia donde el dispositivo remoto asegura que la potencia recibida es adecuada para descodificar el formato del paquete usado. Por lo tanto, la potencia de transmisión de un dispositivo esclavo puede controlarse mediante un dispositivo maestro y la potencia de transmisión de un dispositivo maestro puede controlarse mediante un dispositivo esclavo. Típicamente, hay un buen rango de potencia de recepción en el dispositivo remoto (potencia de transmisión en el terminal) donde los paquetes pueden descodificarse. Por lo tanto, anular el mecanismo de control de potencia Bluetooth (es decir, establecer que una radio Bluetooth del UE ignore los mensajes de control de potencia de un dispositivo remoto) y reducir la potencia de transmisión en el lado del terminal es viable mientras permanece dentro del rango operativo deseado para la potencia de transmisión Bluetooth.

[0069] En otro aspecto de la presente divulgación, se define un bucle de reducción de potencia para controlar la reducción de potencia y asegurar un rendimiento deseable. Supongamos que P_o es la potencia máxima mínima permitida (es decir, la cantidad más baja de potencia máxima para garantizar el funcionamiento deseado). P_o puede determinarse de manera que z % del tiempo la pérdida en el rendimiento no debe ser mayor que y %. P_o también se puede determinar como el nivel que permite un g % del rendimiento actual visto por el usuario. Un bucle puede ejecutarse dinámicamente para determinar cuál debería ser la potencia máxima $P(n)$, en el rango entre P_o y P_{max} . Sin el bucle, P_{max} puede aumentar por encima de P_o , como cuando el indicador de intensidad de la señal recibida por la víctima es lo suficientemente alto como para que incluso con el agresor utilizando la potencia máxima, la interferencia siga siendo tolerable. El bucle puede ser impulsado por una métrica de error en el lado de la víctima y una métrica de rendimiento en el lado del agresor. La métrica de error puede ser ΔI , el cambio en la interferencia visto en presencia de una transmisión agresora. Durante el bucle, la potencia máxima $P(n)$ se incrementa en algunos Δ arriba si la métrica de error mejora el rendimiento en el lado de la víctima y disminuye en algún Δ abajo si la métrica de error deteriora el rendimiento de la víctima. Por lo tanto, el bucle ajusta continuamente $P(n)$ basándose en las condiciones de comunicación en curso. En una configuración, los valores delta se escalan basándose en una diferencia entre el rendimiento objetivo y el real. La escala puede basarse en el rendimiento de la víctima y/o el rendimiento del agresor. El valor de la escala también puede ser fijo o variable dependiendo de la diferencia entre el rendimiento objetivo y el real.

[0070] Un umbral, tal como uno basado en ΔI , se puede ajustar de tal manera que la máxima pérdida debido a la interferencia por coexistencia está por debajo de algunos niveles de ξ . Si ΔI excede el umbral se envía un comando para reducir $P(n)$ y si ΔI está por debajo del umbral se envía un comando para aumentar $P(n)$.

[0071] La reducción/retroceso de potencia puede determinarse de forma adaptativa basándose en un objetivo de rendimiento de la víctima mientras se mantiene un nivel mínimo de rendimiento deseado para el agresor. Las siguientes ecuaciones se pueden usar para determinar un nivel de reducción de potencia.

[0072] La reducción de potencia Δ es igual a P_{max} - potencia máxima actual. Si el tráfico de LTE está relativamente

inactivo, es decir, si el ciclo de trabajo de LTE está por debajo de un cierto umbral (por ejemplo, 5-10 %), entonces la reducción de potencia de un próximo punto de tiempo $\Delta(n+1)$ permanece sin cambios con respecto a la reducción de potencia anterior $\Delta(n)$ y $\Delta(n+1) = \Delta(n)$. Esto también puede ser cierto si LTE está operando en una región que no está potencialmente interfiriendo con otra tecnología de acceso de radio. Sin embargo, si LTE está activo, y el ciclo de trabajo de LTE está por encima de un cierto umbral, el valor de reducción de potencia es:

$$\Delta(n+1) = \Delta(n) + \mu_1 s [v(n) - v_t] + \mu_2 (1-s) [a(n) - a_{\min}]$$

donde

$$s = \frac{1}{1 + \exp(\alpha(a_{\min} - a))}$$

$v(n)$ es la métrica de rendimiento de la víctima,

v_t es el rendimiento objetivo de la víctima,

$a(n)$ es la métrica de rendimiento del agresor,

a_{\min} es el nivel de rendimiento mínimo del agresor, y

μ_1 y μ_2 son factores de ponderación/escalado aplicados al lado de la víctima (en el caso de μ_1) o al lado del agresor (en el caso de μ_2) para ajustar esos valores respectivos basándose en las condiciones de comunicación y las ponderaciones relativas deseadas de una radio particular cuando se determina la reducción de potencia.

[0073] El valor de s ajusta los cálculos de reducción de potencia de tal manera que si $v(n)$ es mayor que v_t (es decir, el rendimiento de la víctima está por encima de su nivel objetivo), la reducción de potencia será impulsada por el rendimiento del agresor, $a(n)$. De manera similar, si $a(n)$ es mayor que a_{\min} (es decir, el rendimiento del agresor está por encima de su nivel de rendimiento mínimo), la reducción de potencia será impulsada por el rendimiento de la víctima, $v(n)$. Por ejemplo, si LTE tiene una velocidad mínima y se está cumpliendo la velocidad, la reducción de energía se basa en la tasa de error del paquete Bluetooth. Si, por otro lado, LTE está operando por debajo de su velocidad mínima, el sistema ignora la tasa de error del paquete Bluetooth. Por lo tanto, el parámetro s permite el control bimodal de la reducción de potencia entre el agresor y la víctima, con $\alpha = \infty$.

[0074] Se puede usar un número de métricas para determinar un nivel deseado de rendimiento para una radio agresora. Por ejemplo, para LTE o WLAN, una radio agresora puede tener una velocidad mínima objetivo R_{\min} como la métrica deseada. Para Bluetooth que funciona en modo de conexión síncrona extendida (eSCO) (modo de voz), se puede usar una tasa de error objetivo e_t . Para Bluetooth que funciona en el modo de perfil de distribución de audio avanzado (A2DP) (modo de audio) o LTE con tráfico sensible al retardo, se puede usar un retardo objetivo elegido para evitar tiempos de espera. Además, se puede imponer un límite de reducción máxima deseada solo o en conjunto con las medidas anteriores u otras. La métrica del agresor también puede ser cualquier otra métrica adecuada que capture el impacto de la reducción de potencia en el agresor.

[0075] Se puede usar un número de métricas para determinar un nivel deseado de rendimiento para una radio víctima. Por ejemplo, la métrica de la víctima puede ser la tasa de error de paquete vista por la víctima o la pérdida de rendimiento vista por la víctima. Por ejemplo, para Bluetooth que funciona en modo de conexión síncrona extendida, se puede usar una tasa de error objetivo e_t . Para LTE, se puede usar una relación de señal a interferencia más ruido (SINR) con una SINR objetivo que es un cierto desplazamiento de la SINR sin el agresor. El desplazamiento puede permitir cierta degradación en presencia del agresor. Para Bluetooth que funciona en el modo de perfil de distribución de audio avanzado (A2DP) (modo de audio) o LTE con tráfico sensible al retardo, se puede usar un retardo objetivo elegido para evitar tiempos de espera. Para LTE o WLAN, una velocidad mínima objetivo R_{\min} se puede usar como la métrica deseada. La métrica de la víctima también puede ser cualquier otra métrica adecuada que capture el impacto de la interferencia del agresor.

[0076] Se pueden considerar otras métricas para radios adicionales, en caso de que un UE tenga más de dos radios. Esas métricas se pueden considerar basándose en los criterios de rendimiento para las radios adicionales, así como en el escalado ponderado, y si las radios adicionales están actuando como agresores y/o víctimas en condiciones de comunicación particulares.

[0077] También se proporciona una solución para definir los criterios de fallo para la reducción de potencia (por ejemplo, cuando la reducción de potencia deja de satisfacer simultáneamente las condiciones de funcionamiento mínimas de ambas/todas las radios) de modo que un administrador de coexistencia puede buscar un enfoque diferente, si es apropiado. Por ejemplo, para la radio agresora, si el administrador de coexistencia determina que el terminal tiene un problema de cobertura, es decir, la velocidad actual (en P_o) no es suficiente para soportar un nivel deseado de calidad de servicio de la aplicación, entonces la potencia de transmisión aumenta (por ejemplo cuando el UE está en el borde de una célula y se desea más potencia de transmisión). Si la víctima no puede manejar la interferencia adicional desde el aumento de la potencia de transmisión, el administrador de coexistencia puede

desestimar la reducción de potencia. En el caso de una radio víctima, si el agresor está en Po y la víctima no puede cumplir con una tasa de sensibilidad particular u otra medida de calidad del servicio, entonces el administrador de coexistencia puede desestimar la reducción de potencia, es decir, $P(n)$ puede establecerse para no estar por debajo de Po. También se pueden considerar otros criterios, como el indicador de la intensidad de la señal recibida deseado de la víctima.

[0078] Como se muestra en la FIGURA 11, un UE puede determinar una métrica de rendimiento de una radio agresora y una métrica de rendimiento de una radio víctima como se muestra en el bloque 1102. Un UE puede establecer dinámicamente una potencia de transmisión máxima de la radio agresora basada en al menos una de la métrica de rendimiento de la radio víctima y la métrica de rendimiento de la radio agresora para cumplir los criterios de rendimiento objetivos para la radio víctima y la radio agresora como se muestra en el bloque 1104.

[0079] Un UE puede comprender medios para determinar una métrica de rendimiento de una radio agresora y una métrica de rendimiento de una radio víctima. De este modo, los medios antes mencionados pueden ser el administrador de coexistencia 640, la memoria 272 y/o el procesador 270 configurados para llevar a cabo las funciones enumeradas por los medios antes mencionados. El UE también puede comprender medios para establecer dinámicamente una potencia de transmisión máxima de la radio agresora basada en al menos una de la métrica de rendimiento de la radio víctima y la métrica de rendimiento de la radio agresora para cumplir los criterios de rendimiento objetivos para la radio víctima y la radio agresora. En un aspecto, los medios mencionados anteriormente pueden incluir el módulo 1016 de reducción de potencia, el administrador de coexistencia 640, la memoria 272 y/o el procesador 270 configurados para realizar las funciones enumeradas por los medios antes mencionados. En otro aspecto, los medios mencionados anteriormente pueden ser un módulo o cualquier aparato configurado para realizar las funciones mencionadas por los medios mencionados anteriormente.

[0080] La FIGURA 12 muestra un diseño de un aparato 1300 para un UE. El aparato 1200 incluye un módulo 1202 para determinar una métrica de rendimiento de una radio agresora y una métrica de rendimiento de una radio víctima. El aparato también incluye un módulo para establecer dinámicamente una potencia de transmisión máxima de la radio agresora basada en al menos una de la métrica de rendimiento de la radio víctima y la métrica de rendimiento de la radio agresora para cumplir los criterios de rendimiento objetivos para la radio víctima y la radio agresora. Los módulos de la FIGURA 12 pueden ser procesadores, dispositivos electrónicos, dispositivos de hardware, componentes electrónicos, circuitos lógicos, memorias, códigos de software, códigos de firmware, etc., o cualquier combinación de los mismos.

[0081] Los ejemplos anteriores describen aspectos implementados en un sistema LTE. Sin embargo, el alcance de la divulgación no está limitado a esto. Se pueden adaptar diversos aspectos para su uso con otros sistemas de comunicación, tales como los que emplean cualquiera de una variedad de protocolos de comunicación que incluyen, de forma no limitativa, sistemas CDMA, sistemas TDMA, sistemas FDMA y sistemas OFDMA.

[0082] Debe entenderse que el orden o jerarquía específicos de las etapas de los procesos divulgados es un ejemplo de enfoques a modo de ejemplo. Según las preferencias de diseño, se entiende que el orden o jerarquía específicos de las etapas de los procesos se puede reorganizar aún manteniéndose dentro del alcance de la presente divulgación. Las reivindicaciones de procedimiento adjuntas presentan los elementos de las diversas etapas en un orden de muestra y no pretenden limitarse al orden o jerarquía específicos presentados.

[0083] Los expertos en la técnica entenderán que la información y las señales pueden representarse usando cualquiera de entre varias tecnologías y técnicas diferentes. Por ejemplo, los datos, las instrucciones, los comandos, la información, las señales, los bits, los símbolos y los segmentos que puedan haber sido mencionados a lo largo de la descripción anterior pueden representarse mediante voltajes, corrientes, ondas electromagnéticas, campos o partículas magnéticos, campos o partículas ópticos, o cualquier combinación de los mismos.

[0084] Los expertos en la técnica apreciarán, además, que los diversos bloques lógicos, módulos, circuitos y etapas de algoritmo ilustrativos descritos en relación con los aspectos divulgados en el presente documento pueden implementarse como hardware electrónico, software informático o combinaciones de ambos. Para ilustrar claramente esta intercambiabilidad de hardware y software, se han descrito anteriormente, en general, diversos componentes, bloques, módulos, circuitos y etapas ilustrativos en lo que respecta a su funcionalidad. Que dicha funcionalidad se implemente como hardware o software depende de la aplicación particular y de las restricciones de diseño impuestas al sistema global. Los expertos en la técnica pueden implementar la funcionalidad descrita de varias maneras para cada aplicación particular, pero no se debería interpretar que dichas decisiones de implementación suponen apartarse del alcance de la presente divulgación.

[0085] Los diversos bloques lógicos, módulos y circuitos ilustrativos descritos en relación con los aspectos divulgados en el presente documento pueden implementarse o realizarse con un procesador de propósito general, un procesador de señales digitales (DSP), un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), una matriz de puertas programables in situ (FPGA) u otro dispositivo de lógica programable, lógica de transistor o de puertas discretas, componentes de hardware discretos o cualquier combinación de los mismos diseñada para realizar las funciones descritas en el presente documento. Un procesador de uso general puede ser un microprocesador pero,

de forma alternativa, el procesador puede ser cualquier procesador, controlador, microcontrolador o máquina de estados convencional. Un procesador también puede implementarse como una combinación de dispositivos informáticos, *por ejemplo*, una combinación de un DSP y un microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores junto con un núcleo de DSP o cualquier otra configuración de este tipo.

5 [0086] Las etapas de un procedimiento o algoritmo descritas en relación con los aspectos divulgados en el presente documento pueden realizarse directamente en hardware, en un módulo de software ejecutado por un procesador o en una combinación de los dos. Un módulo de software puede residir en una memoria RAM, una memoria flash, una memoria ROM, una memoria EPROM, una memoria EEPROM, registros, un disco duro, un disco extraíble, un CD-ROM o en cualquier otra forma de medio de almacenamiento conocida en la técnica. Un medio de almacenamiento a modo de ejemplo está acoplado al procesador de manera que el procesador pueda leer información de, y escribir información en, el medio de almacenamiento. De forma alternativa, el medio de almacenamiento puede estar integrado en el procesador. El procesador y el medio de almacenamiento pueden residir en un ASIC. El ASIC puede residir en un terminal de usuario. De forma alternativa, el procesador y el medio de almacenamiento pueden residir como componentes discretos en un terminal de usuario.

10 [0087] La anterior descripción de los aspectos divulgados se proporciona para permitir que cualquier experto en la técnica realice o use la presente divulgación. Diversas modificaciones de estos aspectos resultarán fácilmente evidentes a los expertos en la técnica, y los principios genéricos definidos en el presente documento se pueden aplicar a otros aspectos sin apartarse del alcance de la divulgación. Por tanto, la presente divulgación no pretende estar limitada a los aspectos mostrados en el presente documento, sino que se le concede el alcance más amplio coherente con los principios y características novedosas divulgados en el presente documento.

15 [0088] A continuación se describen ejemplos adicionales para facilitar el entendimiento de la invención.

25 [0089] En otro ejemplo, se describe un procedimiento para la comunicación inalámbrica, comprendiendo el procedimiento determinar una métrica de rendimiento de una radio agresora y una métrica de rendimiento de una radio víctima y configurar dinámicamente una potencia de transmisión máxima de la radio agresora basándose al menos en una de la métrica de rendimiento de la radio víctima y la métrica del rendimiento de la radio agresora con el fin de cumplir con los criterios de rendimiento objetivos para la radio víctima y la radio agresora. Además, el procedimiento puede comprender ajustar los criterios de rendimiento objetivos basándose en una prioridad relativa de las comunicaciones de las radios víctima y agresora. Además, el procedimiento puede comprender ajustar los criterios de rendimiento objetivos basándose en las condiciones de comunicación de al menos una de las radios víctima y agresora. El procedimiento también puede comprender establecer una potencia máxima mínima de transmisión del agresor en un umbral definido por una pérdida máxima de rendimiento de la radio agresora. Además, el procedimiento puede comprender enviar un informe de un espacio entre una potencia de transmisión actual del agresor y una potencia de transmisión máxima del agresor usada para controlar la potencia y la velocidad, basándose en la potencia máxima de transmisión del agresor. La métrica de rendimiento de la radio víctima puede comprender al menos uno de un nivel de interferencia observado en la radio víctima, una pérdida de rendimiento observada en la radio víctima, una tasa de error observada en la radio víctima y un indicador de la intensidad de la señal recibida (RSSI) observado en la radio víctima. Además, la métrica de rendimiento de la radio agresora puede comprender al menos uno del rendimiento del agresor, una tasa de error observada en la radio agresora y un retardo observado en la radio agresora. El procedimiento también puede comprender reiniciar la potencia de transmisión máxima para ignorar la métrica de rendimiento de la radio víctima cuando se observa un rendimiento inaceptable en la radio agresora, mientras que la potencia máxima de transmisión está en una potencia máxima mínima; e invocar una solución de coexistencia alternativa. Además, el procedimiento puede comprender reiniciar la potencia de transmisión máxima para ignorar la métrica de rendimiento de la radio víctima cuando la radio agresora necesita potencia adicional debido a un problema de cobertura e invocar una solución de coexistencia alternativa. La radio agresora puede comprender una de una radio de Evolución a Largo Plazo (LTE), radio Bluetooth y radio de red de área local inalámbrica (WLAN).

30 [0090] En otro ejemplo, se describe un aparato para comunicaciones inalámbricas, comprendiendo el aparato medios para determinar una métrica de rendimiento de una radio agresora y una métrica de rendimiento de una radio víctima y medios para establecer dinámicamente una potencia de transmisión máxima de la radio agresora basándose en al menos una de la métrica de rendimiento de la radio víctima y la métrica de rendimiento de la radio agresora con el fin de cumplir con los criterios de rendimiento objetivos para la radio víctima y la radio agresora.

35 [0091] En otro ejemplo más, se describe un producto de programa informático configurado para la comunicación inalámbrica, comprendiendo el producto de programa informático un medio legible por ordenador no transitorio que tiene un código de programa no transitorio grabado en el mismo, comprendiendo el código de programa no transitorio código de programa para determinar una métrica de rendimiento de una radio agresora y una métrica de rendimiento de una radio víctima; y código de programa para establecer dinámicamente una potencia de transmisión máxima de la radio agresora basada en al menos una de la métrica de rendimiento de la radio víctima y la métrica de rendimiento de la radio agresora para cumplir los criterios de rendimiento objetivos para la radio víctima y la radio agresora.

[0092] En otro ejemplo, se describe un aparato configurado para la comunicación inalámbrica, comprendiendo el aparato una memoria y al menos un procesador acoplado a la memoria, estando configurado el al menos un procesador para determinar una métrica de rendimiento de una radio agresora y una métrica de rendimiento de una radio víctima y establecer dinámicamente una potencia de transmisión máxima de la radio agresora basada en al menos una de la métrica de rendimiento de la radio víctima y la métrica de rendimiento de la radio agresora para cumplir los criterios de rendimiento objetivos para la radio víctima y la radio agresora. El al menos un procesador puede configurarse además para ajustar los criterios de rendimiento objetivos basándose en una prioridad relativa de las comunicaciones de las radios víctima y agresora. Además, el al menos un procesador puede configurarse para ajustar los criterios de rendimiento objetivos basándose en las condiciones de comunicación de al menos una de las radios víctima y agresora. El al menos un procesador también puede configurarse para establecer una potencia máxima de transmisión mínima del agresor en un umbral definido por una pérdida máxima de rendimiento de la radio agresora. Además, el al menos un procesador puede estar configurado para enviar un informe de un espacio entre una potencia de transmisión actual del agresor y una potencia de transmisión máxima del agresor usada para controlar la potencia y la velocidad, basándose en la potencia de transmisión máxima del agresor. Además, la métrica de rendimiento de la radio víctima puede comprender al menos uno de un nivel de interferencia observado en la radio víctima, una pérdida de rendimiento observada en la radio víctima, una tasa de error observada en la radio víctima y un indicador de la intensidad de la señal recibida (RSSI) observado en la radio víctima. La métrica de rendimiento de la radio agresora puede comprender al menos uno del rendimiento del agresor, una tasa de error observada en la radio agresora y un retardo observado en la radio agresora. El al menos un procesador puede configurarse, además, para restablecer la potencia de transmisión máxima para ignorar la métrica de rendimiento de la radio víctima cuando observa un rendimiento inaceptable en la radio agresora mientras la potencia máxima de transmisión está en una potencia máxima mínima y para invocar una solución de coexistencia alternativa. Además, el al menos un procesador puede configurarse para restablecer la potencia de transmisión máxima para ignorar la métrica de rendimiento de la radio víctima cuando la radio agresora necesita potencia adicional debido a un problema de cobertura y para invocar una solución de coexistencia alternativa. La radio agresora puede comprender una de una radio de Evolución a Largo Plazo (LTE), radio Bluetooth y radio de red de área local inalámbrica (WLAN).

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de comunicaciones inalámbricas, que comprende:
 - 5 determinar (1102) una métrica de rendimiento de una radio agresora (620a-n) y una métrica de rendimiento de una radio víctima (620a-n);

 establecer dinámicamente (1104) una potencia de transmisión máxima de la radio agresora (620a-n) basada en al menos una de la métrica de rendimiento de la radio víctima (620a-n) y la métrica de
 10 rendimiento de la radio agresora (620a-n) para cumplir con los criterios de rendimiento objetivos para la radio víctima (620a-n) y la radio agresora (620a-n); y

 enviar un informe de un espacio entre una potencia de transmisión actual del agresor y una potencia de
 15 transmisión máxima del agresor usada para controlar la potencia y la velocidad, basándose en la potencia de transmisión máxima del agresor.
 2. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además ajustar los criterios de rendimiento objetivos basándose en una prioridad relativa de las comunicaciones de las radios víctima y agresora (620a-n).
 - 20 3. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además ajustar los criterios de rendimiento objetivos basándose en las condiciones de comunicación de al menos una de las radios víctima y agresora (620a-n).
 - 25 4. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además establecer una potencia de transmisión máxima del agresor mínima en un umbral definido por una pérdida de rendimiento máxima de la radio agresora (620a-n).
 - 30 5. El procedimiento, según la reivindicación 1, en el que la métrica de rendimiento de la radio víctima (620a-n) comprende al menos uno de un nivel de interferencia observado en la radio víctima (620a-n), una pérdida de rendimiento observada en la radio víctima (620a-n), una tasa de error observada en la radio víctima (620a-n), y un indicador de la intensidad de la señal recibida, RSSI, observado en la radio víctima (620a-n).
 - 35 6. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la métrica de rendimiento de la radio agresora (620a-n) comprende al menos uno del rendimiento del agresor, una tasa de error observada en la radio agresora (620a-n) y un retardo observado en la radio agresora (620a-n).
 7. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además:
 - 40 restablecer la potencia de transmisión máxima para ignorar la métrica de rendimiento de la radio víctima (620a-n) cuando el rendimiento en la radio agresora (620a-n) no cumple unos ciertos criterios mientras que la potencia de transmisión máxima está en una potencia máxima mínima; e

 invocar una solución de coexistencia alternativa.
 - 45 8. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además:
 - 50 restablecer la potencia de transmisión máxima para ignorar la métrica de rendimiento de la radio víctima (620a-n) cuando la radio agresora (620a-n) necesita energía adicional debido a un problema de cobertura; e

 invocar una solución de coexistencia alternativa.
 9. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la radio agresora (620a-n) comprende una de una radio de Evolución a Largo Plazo, LTE, radio Bluetooth y radio de red de área local inalámbrica, WLAN.
 - 55 10. Un aparato para comunicaciones inalámbricas, que comprende:
 - 60 medios para determinar (1202) una métrica de rendimiento de una radio agresora (620a-n) y una métrica de rendimiento de una radio víctima (620a-n);

 medios para establecer dinámicamente (1204) una potencia de transmisión máxima de la radio agresora (620a-n) basada en al menos una de la métrica de rendimiento de la radio víctima (620a-n) y la métrica de
 65 rendimiento de la radio agresora (620a-n) para cumplir con los criterios de rendimiento objetivos para la radio víctima (620a-n) y la radio agresora (620a-n); y

medios para enviar un informe de un espacio entre una potencia de transmisión actual del agresor y una potencia de transmisión máxima del agresor usada para controlar la potencia y la velocidad, basándose en la potencia de transmisión máxima del agresor.

5 11. Un producto de programa informático, que comprende:

un medio legible por ordenador que tiene un código de programa grabado en el mismo, y el código de programa, cuando se ejecuta, hace que un ordenador realice un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.

10

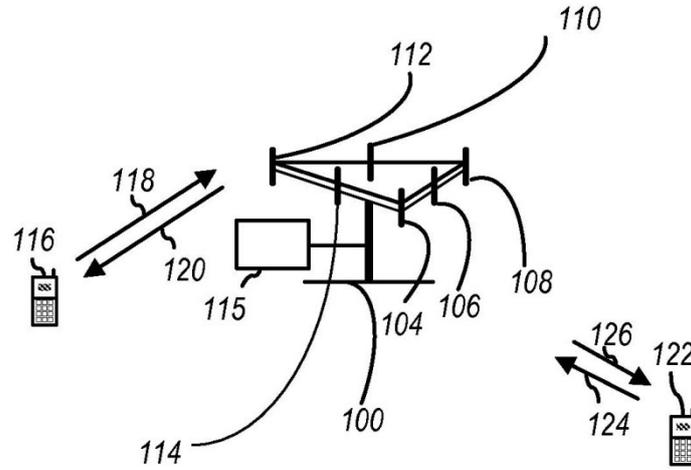


FIG. 1

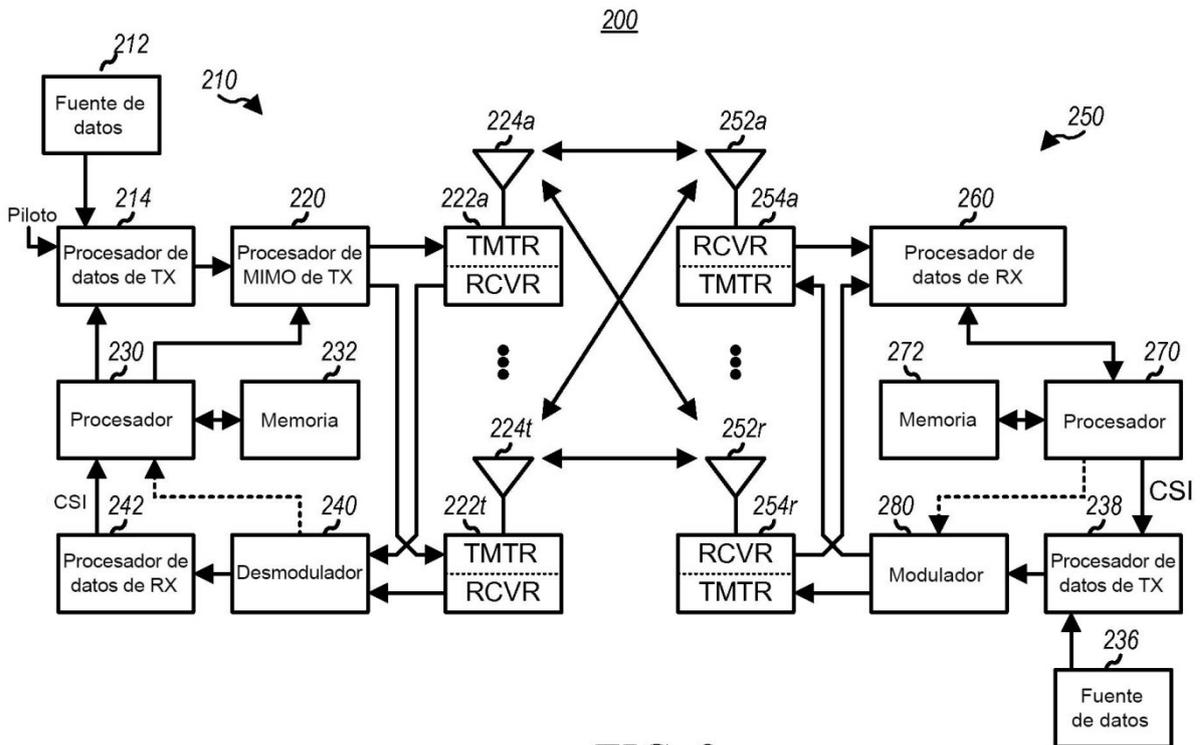


FIG. 2

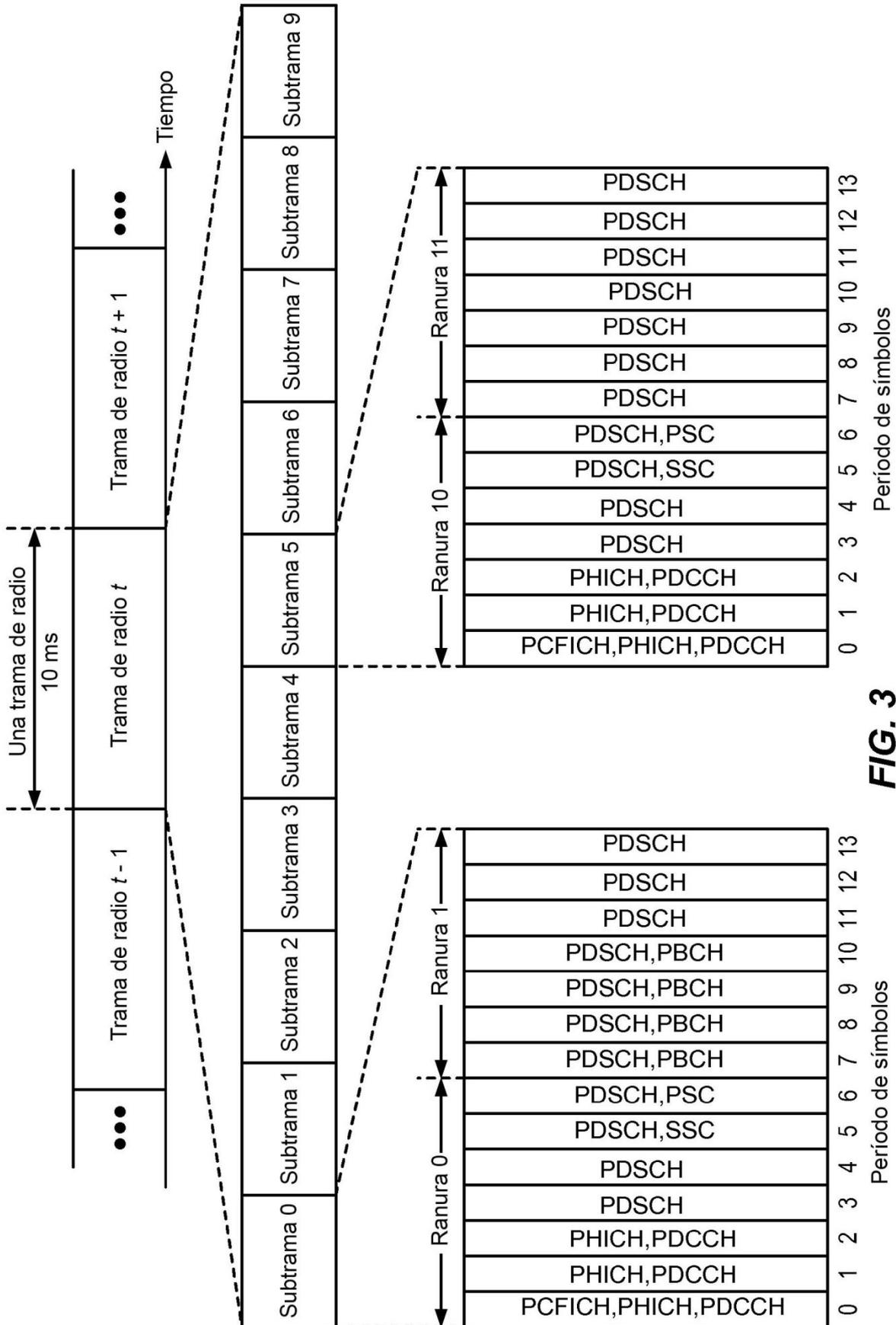


FIG. 3

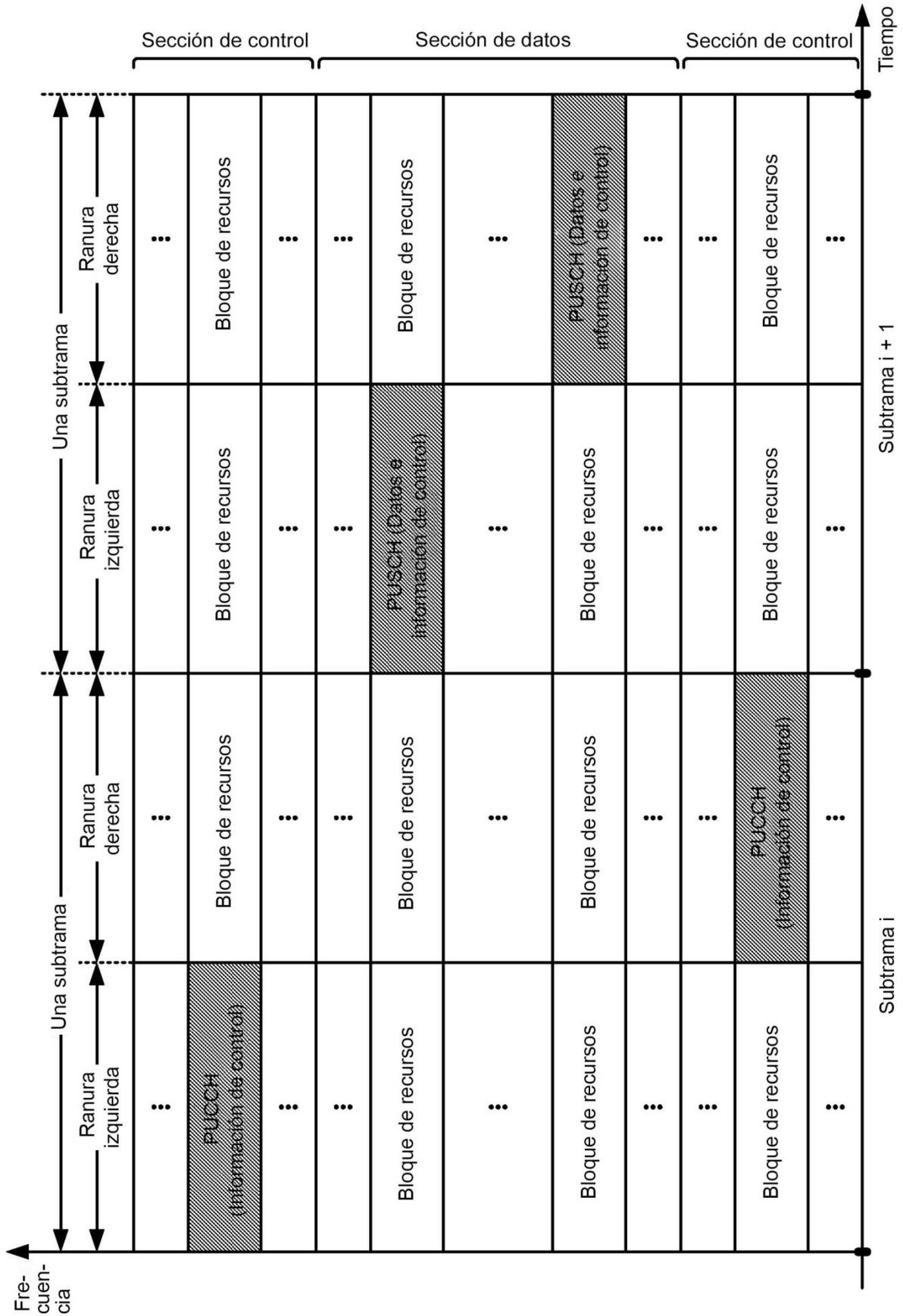


FIG. 4

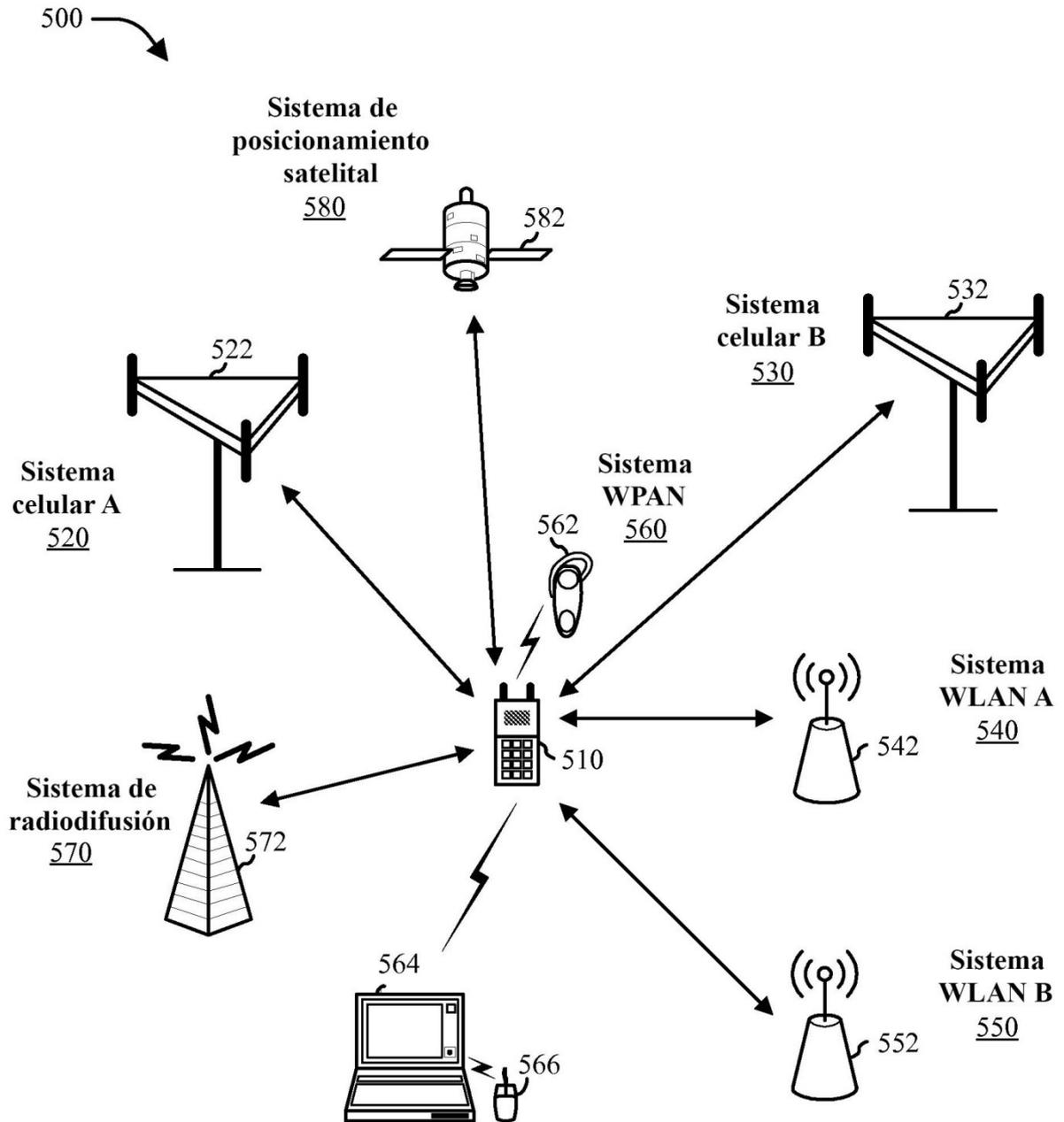


FIG. 5

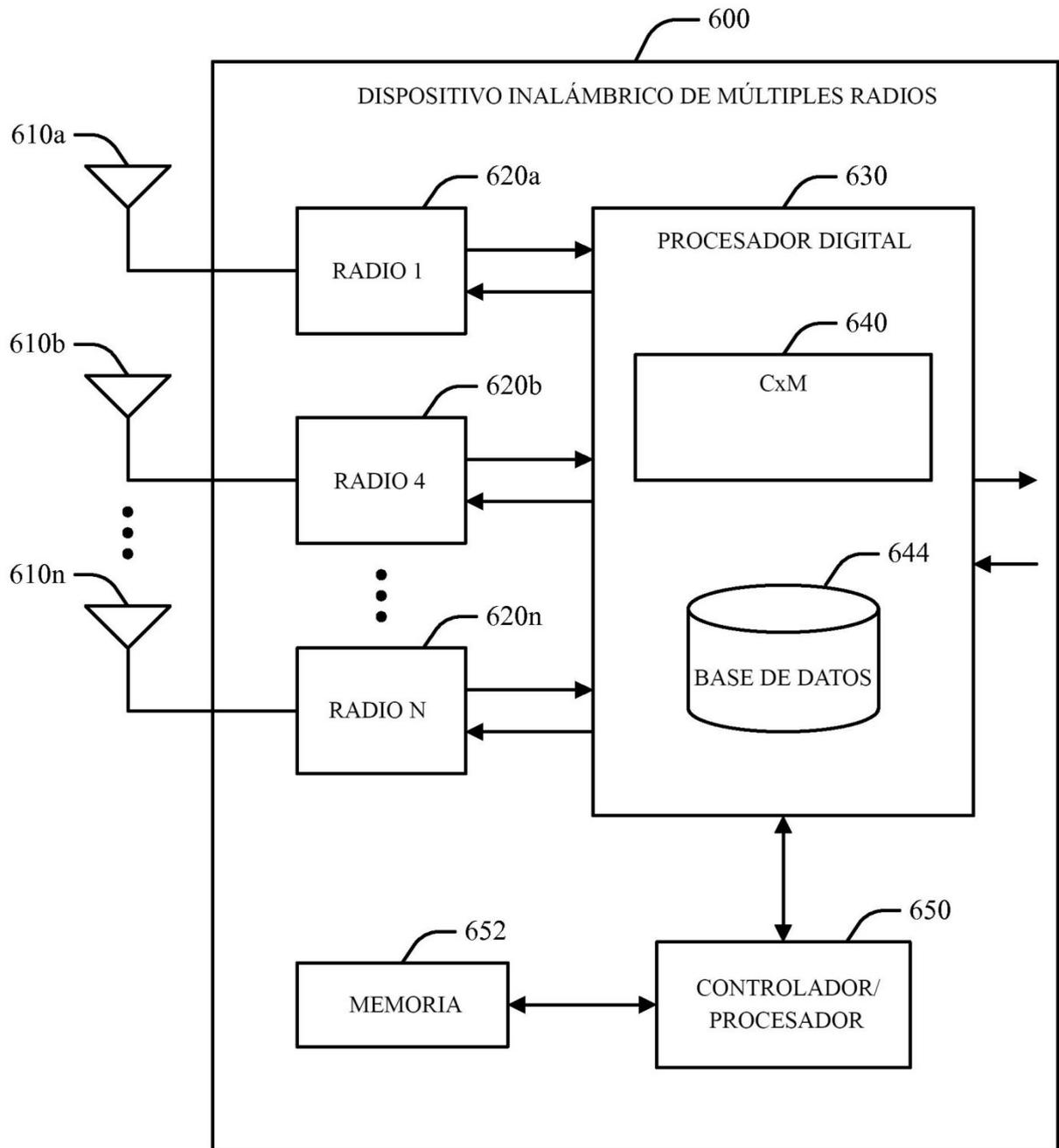


FIG. 6

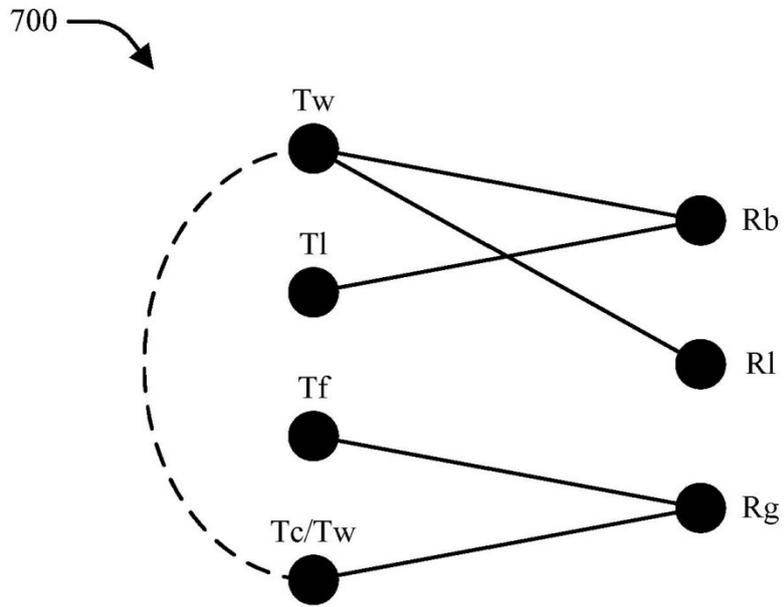


FIG. 7

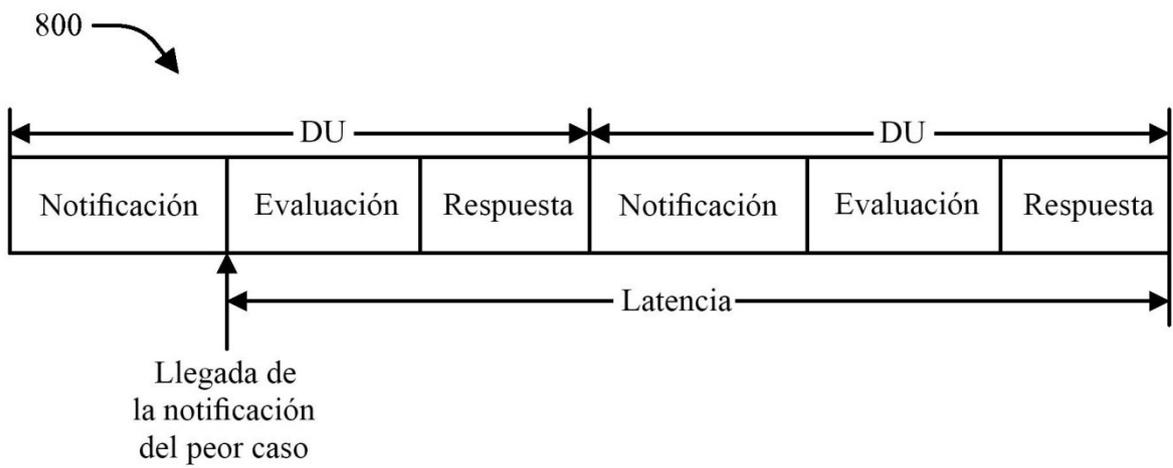


FIG. 8

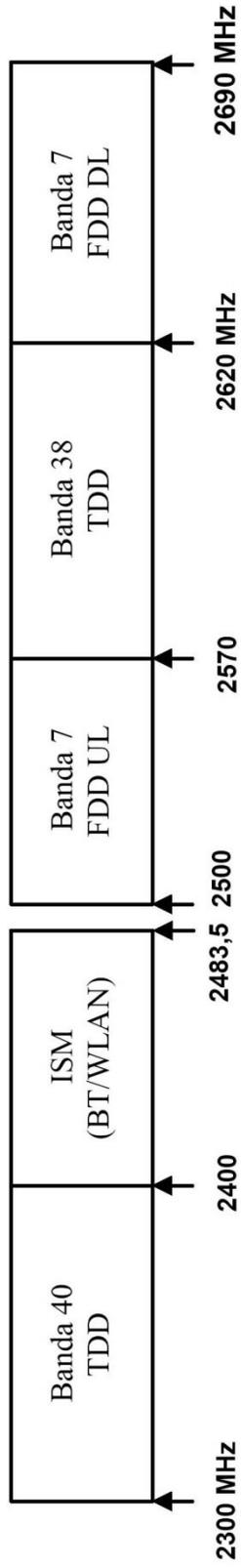


FIG. 9

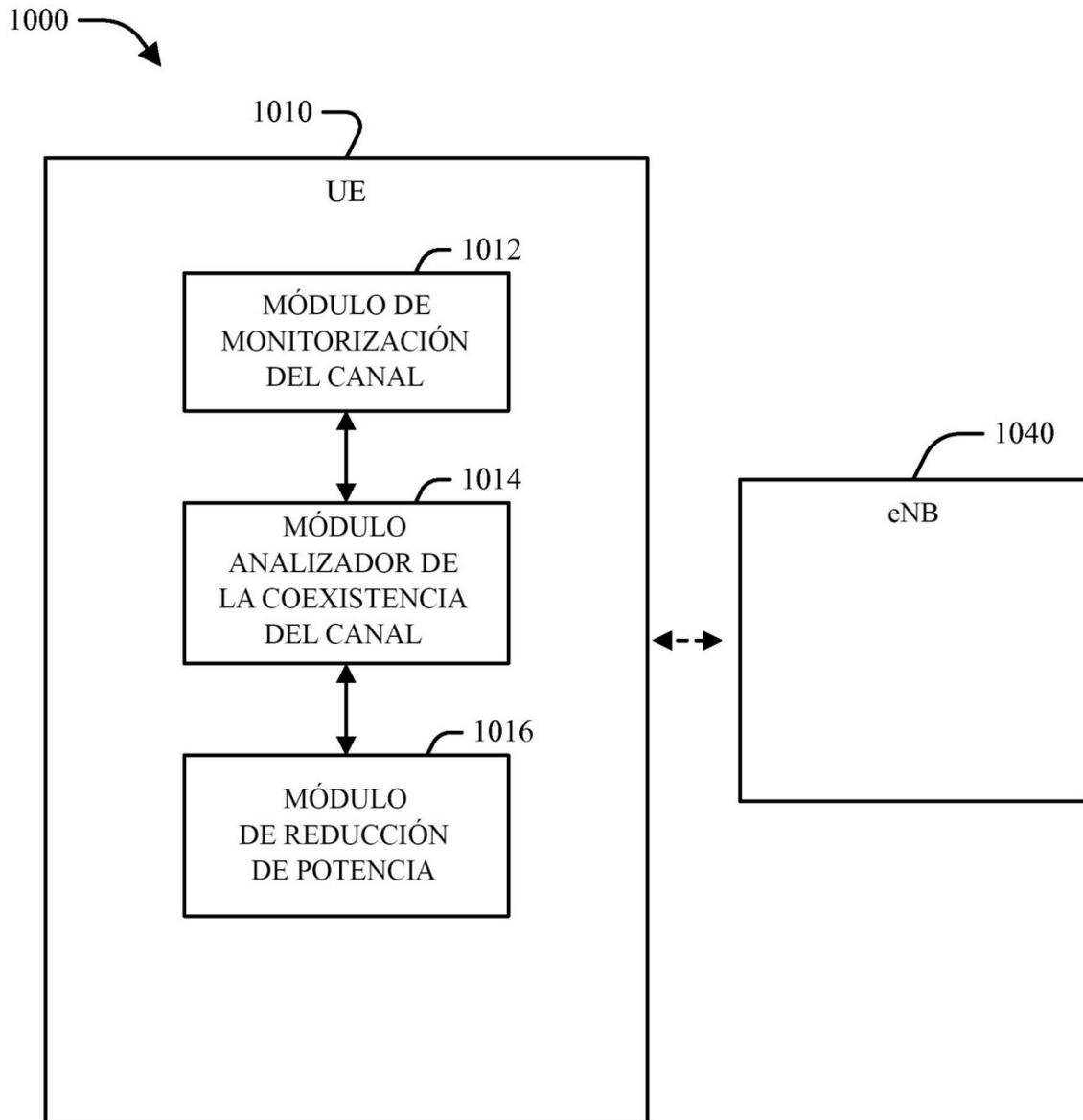


FIG. 10

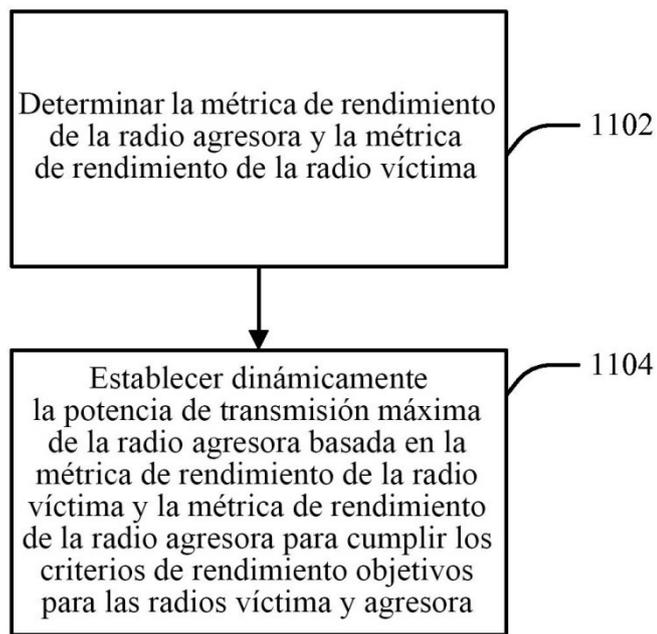


FIG. 11

1200

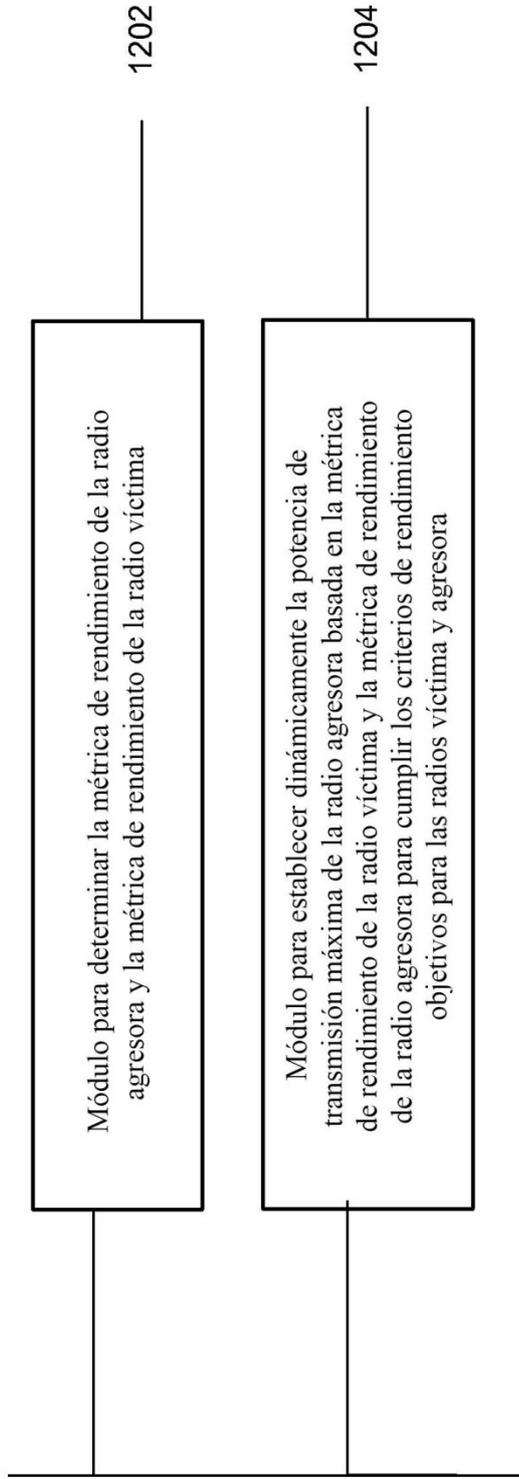


FIG. 12