

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 844 729**

51 Int. Cl.:

H04W 76/14 (2008.01)

H04W 28/18 (2009.01)

H04W 76/23 (2008.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.04.2016** **PCT/US2016/027758**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.11.2016** **WO16186767**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.04.2016** **E 16719650 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.11.2020** **EP 3295761**

54 Título: **Selección de enlace para comunicaciones de dispositivo a dispositivo**

30 Prioridad:

15.05.2015 US 201514713966

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

22.07.2021

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

WIETFELDT, RICHARD DOMINIC y
CHRISIKOS, GEORGE

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 844 729 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

Selección de enlace para comunicaciones de dispositivo a dispositivo

5 CAMPO TÉCNICO

[0001] Los diversos aspectos y modos de realización descritos en el presente documento en general se refieren a las comunicaciones de dispositivo a dispositivo (D2D) o de par a par (P2P) y, en particular, a la negociación de una mejor tecnología de acceso por radio de D2D/P2P para su uso en una conexión de D2D/P2P de acuerdo con una o más políticas basadas en el rendimiento, la potencia, la coexistencia, la preferencia y/u otros criterios.

ANTECEDENTES

[0002] Los sistemas de comunicación inalámbrica se han desarrollado a través de diversas generaciones, que incluyen un servicio analógico de telefonía inalámbrica de primera generación (1G), un servicio digital de telefonía inalámbrica de segunda generación (2G) (que incluye las redes 2.5G y 2.75G provisionales) y unos servicios inalámbricos de datos de alta velocidad/habilitados para Internet de tercera generación (3G) y cuarta generación (4G). En la actualidad, se usan muchos tipos diferentes de sistemas de comunicación inalámbrica, incluyendo sistemas celulares y de servicio de comunicación personal (PCS). Los ejemplos de sistemas celulares conocidos incluyen el sistema telefónico móvil avanzado (AMPS) celular analógico, los sistemas celulares digitales basados en el acceso múltiple por división de código (CDMA), el acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), el acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), la variante de TDMA de sistema global para acceso móvil (GSM), y unos sistemas híbridos de comunicación digital más recientes que usan las tecnologías TDMA y CDMA. Más recientemente, se ha diseñado la evolución a largo plazo (LTE) como un protocolo de comunicaciones inalámbricas para la comunicación inalámbrica de datos de alta velocidad para los teléfonos móviles y otros terminales de datos. La LTE está basada en el GSM e incluye contribuciones de diversos protocolos relacionados con el GSM (por ejemplo, las velocidades de transferencia de datos mejoradas para la evolución de GSM (EDGE)) y los protocolos del sistema universal de telecomunicaciones móviles (UMTS) (por ejemplo, el acceso a paquetes de alta velocidad (HSPA)). El documento WO 2015/003125 divulga un procedimiento para seleccionar una tecnología de acceso por radio para su uso en una conexión de dispositivo a dispositivo.

[0003] En consecuencia, la diversidad de los sistemas y dispositivos de comunicaciones se está incrementando con los nuevos avances tecnológicos. Muchos dispositivos de comunicaciones pueden admitir ahora diversas tecnologías y protocolos de comunicaciones diferentes. En realidad, los diversos dispositivos de comunicaciones no solo pueden funcionar en un sistema de comunicaciones (por ejemplo, a través de una infraestructura de red), sino que además muchos dispositivos de comunicaciones se pueden comunicar entre sí usando comunicaciones de dispositivo a dispositivo (D2D) directas cuando están localizados suficientemente próximos unos de otros. Por ejemplo, los dispositivos de comunicaciones que admiten la norma Wi-Fi Direct se pueden conectar entre sí por medio de una conexión de D2D y comunicarse a velocidades de wifi típicas con una configuración mínima y sin requerir ningún punto de acceso inalámbrico intermedio. Además, la norma LTE Direct usa un espectro con licencia y la capa física de LTE para proporcionar un marco escalable y universal a través del cual los dispositivos de comunicaciones equipados pueden descubrir y conectarse a dispositivos pares próximos y, de este modo, establecer conexiones de D2D dentro de distancias de hasta 500 metros aproximadamente, mientras que Wi-Fi Direct tiende a requerir que los dispositivos estén más próximos. Asimismo, los dispositivos inalámbricos que funcionan en el espectro de comunicación inalámbrica de "Bluetooth" pueden entablar una comunicación de D2D en distancias relativamente cortas, con una distancia de funcionamiento que va desde unos pocos metros hasta unas pocas decenas de metros, y la tecnología de comunicación de campo cercano (NFC) se refiere a una tecnología de comunicación inalámbrica de plataforma abierta, basada en una norma, de corto alcance y alta frecuencia que permite un intercambio de información bidireccional entre dispositivos equipados con NFC por medio de inducción de campo magnético en distancias muy pequeñas (por ejemplo, de aproximadamente diez centímetros). En cualquier dispositivo en particular, una o más conexiones de D2D pueden estar activas en un momento dado, que incluye en un momento en que el dispositivo puede tener una conexión simultánea con uno o más elementos de infraestructura (por ejemplo, un punto de acceso de WLAN, una estación base celular, etc.).

[0004] Así pues, la popularidad de las comunicaciones de D2D se está incrementando y existen ya múltiples sistemas (y todavía siguen apareciendo más), porque las comunicaciones de D2D pueden ser más rápidas, más eficaces, más privadas o proporcionar alguna otra ventaja a los usuarios finales. Por otro lado, los operadores de red y los usuarios finales pueden obtener beneficios sustanciales del uso de comunicaciones de D2D en lugar de comunicarse a través de una infraestructura de red, especialmente cuando dos o más dispositivos que tratan de comunicarse están localizados próximos unos de otros y pueden establecer una conexión de D2D con una calidad razonablemente buena. Sin embargo, los sistemas de D2D actuales típicamente seleccionan una tecnología (por ejemplo, Wi-Fi Direct) que puede ser más rápida o más ubicua. Sin embargo, la selección de tecnología predeterminada para su uso en una conexión de D2D puede no estar disponible o ser subóptima en determinadas circunstancias. Por ejemplo, determinadas tecnologías pueden ser incompatibles entre dispositivos de diferentes fabricantes, proporcionar un rendimiento insuficiente con respecto a una sesión de comunicación en particular (por ejemplo, un archivo grande por transferir) y/o causar problemas de coexistencia en los dispositivos que se

comunican a través de la conexión de D2D, que incluyen problemas de coexistencia dentro de dispositivo y/o de dispositivos cruzados.

[0005] Más en particular, como se menciona anteriormente, muchos dispositivos inalámbricos incluyen múltiples radios cada una de las cuales admite una tecnología de acceso por radio (RAT) diferente que se puede usar para transmitir y recibir datos. Por ejemplo, las RAT que se pueden admitir en un dispositivo multirradio pueden incluir UMTS, GSM, CDMA2000, WiMAX, WLAN (por ejemplo, wifi), LTE y similares, y el dispositivo multirradio puede tener además diferentes radios que admiten cada una una RAT de D2D diferente, que puede incluir NFC, Bluetooth, Wi-Fi Direct, LTE Direct y similares. En consecuencia, un ejemplo de dispositivo multirradio puede tener múltiples radios que funcionan simultáneamente para proporcionar diversas funciones diferentes. Aunque las diferentes radios pueden proporcionar funcionalidades útiles para un usuario, su inclusión en un solo dispositivo puede dar lugar a problemas de coexistencia dentro de dispositivo, cuando una radio puede interferir con otra radio a través de mecanismos de radiación, conducción, colisión de recursos y/u otros mecanismos de interferencia. Además, las comunicaciones de D2D pueden crear problemas de coexistencia de dispositivos cruzados a través de mecanismos de interferencia similares debido, al menos en parte, a la proximidad entre los dispositivos que se comunican a través de la conexión de D2D. Por ejemplo, el canal de enlace ascendente de LTE es adyacente a la banda industrial, científica y médica (ISM) y puede causar interferencias con los canales de Bluetooth y algunos canales de LAN inalámbrica (WLAN) que se hallan dentro de la banda ISM. En algunos casos, una tasa de errores de Bluetooth puede llegar a ser inaceptable cuando la LTE está activa en algunos canales dentro de la banda 7 o incluso en la banda 40, aunque puede que no haya una degradación significativa en la LTE, porque el funcionamiento simultáneo con Bluetooth puede interrumpir los servicios de voz que terminan en un auricular de Bluetooth, lo que puede resultar inaceptable para los consumidores.

[0006] En consecuencia, se necesitan soluciones para seleccionar una RAT óptima para su uso en una conexión de D2D para mitigar los problemas de coexistencia y cumplir con los requisitos de rendimiento.

BREVE EXPLICACIÓN

[0007] A continuación, se presenta una breve explicación simplificada en relación con uno o más aspectos y/o modos de realización divulgados en el presente documento. Así pues, la breve explicación siguiente no se debe considerar una visión general exhaustiva en relación con todos los aspectos y/o modos de realización contemplados, ni se debe considerar que la breve explicación siguiente identifica elementos clave o esenciales en relación con todos los aspectos y/o modos de realización contemplados ni que delimita el alcance asociado con cualquier aspecto y/o modo de realización en particular. En consecuencia, la breve explicación siguiente tiene el único propósito de presentar determinados conceptos en relación con uno o más aspectos y/o modos de realización en relación con los mecanismos divulgados en el presente documento de una forma simplificada como prefacio de la descripción detallada presentada a continuación.

[0008] De acuerdo con diversos aspectos, en un entorno inalámbrico donde dos dispositivos inalámbricos están localizados suficientemente próximos uno de otro, los dos dispositivos inalámbricos pueden negociar una mejor tecnología de acceso por radio (RAT) para su uso al establecer una conexión de D2D. Por ejemplo, en diversos modos de realización, los dos dispositivos inalámbricos pueden tener cada uno múltiples radios inalámbricas, que pueden incluir una radio de comunicación de campo cercano (NFC), una radio de red inalámbrica de área amplia (WWAN), una radio de red inalámbrica de área local (WLAN), una radio de Bluetooth y/u otras radios adecuadas. Así pues, la(s) radio(s) en particular que los dispositivos inalámbricos usan para comunicarse pueden causar problemas de coexistencia dentro de dispositivo y/o problemas de coexistencia de dispositivos cruzados. Por ejemplo, los problemas de coexistencia dentro de dispositivo se pueden producir a nivel local dentro de cada dispositivo inalámbrico respectivo debido a interferencias u otros impactos de coexistencia que pueden ser causados cuando el (los) dispositivo(s) inalámbrico(s) respectivo(s) usan más de una radio para comunicarse sustancialmente al mismo tiempo. Asimismo, cuando los dispositivos inalámbricos están suficientemente próximos, la(s) radio(s) que los dispositivos inalámbricos usan para realizar operaciones de comunicación inalámbrica pueden causar problemas de coexistencia de dispositivos cruzados. Así pues, dependiendo de las radios disponibles en particular y/o en uso en los dispositivos inalámbricos que tratan de establecer la conexión de D2D, puede haber varios factores a considerar al elegir la mejor RAT para formar la conexión de D2D, incluyendo al menos los impactos de coexistencia dentro de dispositivo y los impactos de coexistencia de dispositivos cruzados que dicho enlace de D2D puede causar. Así pues, los diversos aspectos y modos de realización descritos en el presente documento pueden proporcionar diversas soluciones que se pueden usar para identificar la(s) mejor(es) RAT para su uso al establecer la conexión de D2D gracias a la posibilidad de que los dispositivos inalámbricos pueden admitir cada uno una o varias RAT que se pueden usar para establecer la conexión de D2D.

[0009] Por ejemplo, de acuerdo con diversos aspectos, las soluciones descritas en el presente documento pueden implicar una negociación entre dos dispositivos inalámbricos para seleccionar la mejor RAT y/o los parámetros multirradio para su uso al establecer una conexión de D2D en base a diversos factores, que pueden incluir las configuraciones de radio en particular asociadas con los dispositivos inalámbricos, las opciones de RAT disponibles que se pueden usar para establecer la conexión de D2D, los criterios relacionados con el rendimiento, la potencia, las preferencias, los impactos de coexistencia dentro de dispositivo, los impactos de coexistencia de

dispositivos cruzados, etc. Así pues, en diversos modos de realización, los dispositivos inalámbricos pueden tener cada uno un gestor de coexistencia respectivo y una base de datos de políticas, que los dispositivos inalámbricos pueden usar para ejecutar un protocolo de coexistencia de D2D y de este modo negociar mutuamente la "mejor" RAT que se va a usar al establecer una conexión de D2D. Por ejemplo, en diversos modos de realización, el protocolo de coexistencia de D2D puede comprender que los dispositivos inalámbricos intercambien configuraciones de radio y capacidades de radio asociadas entre sí para averiguar las RAT de D2D compatibles que se pueden usar para establecer la conexión de D2D (es decir, las posibles RAT que los dispositivos inalámbricos pueden usar para establecer la conexión de D2D usando versiones implementadas localmente en los respectivos dispositivos inalámbricos), y además para averiguar un estado de coexistencia multirradio asociado entre sí (por ejemplo, estados de coexistencia dentro de dispositivo y de dispositivos cruzados). Los dispositivos inalámbricos a continuación pueden negociar mutuamente la mejor RAT para establecer la conexión de D2D en base a las RAT de D2D compatibles y el (los) estado(s) de coexistencia multirradio intercambiado(s) entre los mismos, entre otros factores.

[0010] De acuerdo con diversos aspectos, un procedimiento para seleccionar una RAT para su uso en una conexión de D2D puede comprender solicitar, mediante un primer dispositivo inalámbrico, una configuración de radio a un segundo dispositivo inalámbrico, en el que la configuración de radio solicitada comprende un estado de coexistencia y una o más capacidades de radio asociadas con el segundo dispositivo inalámbrico, recibir, en el primer dispositivo inalámbrico, el estado de coexistencia y la una o más capacidades de radio desde el segundo dispositivo inalámbrico, negociar una o más RAT compatibles disponibles para su uso en una conexión de D2D entre el primer dispositivo inalámbrico y el segundo dispositivo inalámbrico de acuerdo con al menos el estado de coexistencia y la una o más capacidades de radio recibidas desde el segundo dispositivo inalámbrico, en el que la negociación puede comprender intercambiar estados de coexistencia dentro de dispositivo y de dispositivos cruzados entre el primer dispositivo inalámbrico y el segundo dispositivo inalámbrico, y establecer una o más conexiones de D2D entre el primer dispositivo inalámbrico y el segundo dispositivo inalámbrico usando la una o más RAT compatibles negociadas. Por ejemplo, en diversos modos de realización, negociar la una o más RAT compatibles puede comprender además determinar que al menos una de las RAT compatibles causa interferencia dentro de dispositivo y/o de dispositivos cruzados en uno o más del primer dispositivo inalámbrico o el segundo dispositivo inalámbrico en base a los estados de coexistencia dentro de dispositivo y de dispositivos cruzados intercambiados, negociar una configuración modificada asociada con la al menos una RAT compatible para mitigar la interferencia dentro de dispositivo y/o de dispositivos cruzados, y ajustar una configuración multirradio en el primer dispositivo inalámbrico de acuerdo con la configuración modificada negociada asociada con la al menos una RAT compatible, en los que el segundo dispositivo inalámbrico puede igualmente ajustar la configuración de radio asociada con el mismo de acuerdo con la configuración modificada. Asimismo, en diversos modos de realización, negociar la una o más RAT compatibles puede comprender además determinar que una RAT compatible está disponible para su uso en la conexión de D2D entre el primer dispositivo inalámbrico y el segundo dispositivo inalámbrico, en cuyo caso la una o más conexiones de D2D entre el primer dispositivo inalámbrico y el segundo dispositivo inalámbrico pueden comprender una conexión de D2D establecida de acuerdo con la una RAT compatible. De forma alternativa, como respuesta a la determinación de que múltiples RAT compatibles están disponibles para su uso en la conexión de D2D entre el primer dispositivo inalámbrico y el segundo dispositivo inalámbrico, el procedimiento puede comprender además seleccionar una o más de las múltiples RAT compatibles para cumplir con un requisito de rendimiento asociado con la conexión de D2D, lo que se puede realizar de acuerdo con una lista de prioridades que ordena las múltiples RAT compatibles de acuerdo con una o más políticas que están basadas en una o más de una preferencia de usuario, un estado de dispositivo o una preferencia de operador de red móvil.

[0011] De acuerdo con diversos aspectos, un dispositivo inalámbrico puede comprender múltiples radios que admiten una RAT diferente cada una, un transmisor configurado para transmitir una petición a un dispositivo inalámbrico par objetivo, un receptor configurado para recibir un estado de coexistencia y una o más capacidades de radio asociadas con el dispositivo inalámbrico par objetivo como respuesta a la petición transmitida, y uno o más procesadores configurados para intercambiar estados de coexistencia dentro de dispositivo y de dispositivos cruzados entre el dispositivo inalámbrico y el dispositivo inalámbrico par objetivo, negociar una o más RAT compatibles disponibles para su uso en una conexión de D2D entre el dispositivo inalámbrico y el dispositivo inalámbrico par objetivo de acuerdo con los estados de coexistencia dentro de dispositivo y de dispositivos cruzados intercambiados, y establecer una o más conexiones de D2D entre el dispositivo inalámbrico y el dispositivo inalámbrico par objetivo usando la una o más RAT compatibles negociadas.

[0012] De acuerdo con diversos aspectos, un aparato puede comprender medios para solicitar una configuración de radio a un dispositivo inalámbrico par objetivo, en el que la configuración de radio solicitada puede comprender un estado de coexistencia y una o más capacidades de radio asociadas con el dispositivo inalámbrico par objetivo, medios para recibir el estado de coexistencia y la una o más capacidades de radio desde el dispositivo inalámbrico par objetivo, medios para negociar una o más RAT compatibles disponibles para su uso en una conexión de D2D con el dispositivo inalámbrico par objetivo de acuerdo con al menos el estado de coexistencia y la una o más capacidades de radio recibidas desde el dispositivo inalámbrico par objetivo, en el que los medios para negociar pueden comprender medios para intercambiar estados de coexistencia dentro de dispositivo y de dispositivos

cruzados con el dispositivo inalámbrico par objetivo, y medios para establecer una o más conexiones de D2D con el dispositivo inalámbrico par objetivo usando las RAT compatibles negociadas.

[0013] De acuerdo con diversos aspectos, un medio de almacenamiento legible por ordenador puede tener instrucciones ejecutables por ordenador grabadas en el mismo, en el que la ejecución de las instrucciones ejecutables por ordenador en un dispositivo inalámbrico que tiene uno o más procesadores puede hacer que el uno o más procesadores soliciten una configuración de radio a un dispositivo inalámbrico par objetivo (por ejemplo, un estado de coexistencia y una o más capacidades de radio asociadas con el dispositivo inalámbrico par objetivo), reciban el estado de coexistencia y la una o más capacidades de radio desde el dispositivo inalámbrico par objetivo, negocien una o más RAT compatibles disponibles para su uso en una conexión de D2D con el dispositivo inalámbrico par objetivo de acuerdo con al menos el estado de coexistencia y la una o más capacidades de radio recibidas desde el dispositivo inalámbrico par objetivo y los estados de coexistencia dentro de dispositivo y de dispositivos cruzados intercambiados con el dispositivo inalámbrico par objetivo, y establezcan una o más conexiones de D2D con el dispositivo inalámbrico par objetivo usando la una o más RAT compatibles negociadas.

[0014] Otros objetivos y ventajas asociados a los aspectos y modos de realización divulgados en el presente documento serán evidentes para los expertos en la técnica en base a los dibujos y la descripción detallada adjuntos.

[0015] La invención se define mediante el procedimiento como se define en la reivindicación independiente 1, el dispositivo inalámbrico como se define en la reivindicación independiente 11 y el medio de almacenamiento legible por ordenador como se define en la reivindicación independiente 12.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0016] Una apreciación más completa de los aspectos de la divulgación y de muchas de las ventajas relacionadas de los mismos se obtendrá fácilmente a medida que los mismos se comprendan mejor con referencia a la siguiente descripción detallada cuando se considere en relación con los dibujos adjuntos, que se presentan solamente para ilustrar, y no para limitar, la divulgación, y en los que:

La FIG. 1 ilustra un entorno de comunicación inalámbrica ejemplar en el que pueden funcionar diversos aspectos y modos de realización descritos en el presente documento.

La FIG. 2 ilustra un dispositivo inalámbrico multirradio ejemplar que puede admitir una o más tecnologías de comunicación de dispositivo a dispositivo (D2D), de acuerdo con diversos aspectos.

La FIG. 3 ilustra un entorno inalámbrico ejemplar en el que dos dispositivos inalámbricos pueden negociar una mejor tecnología de acceso por radio (RAT) de D2D para su uso al establecer una conexión de D2D, de acuerdo con diversos aspectos.

La FIG. 4 ilustra unos ejemplos de impactos de coexistencia dentro de dispositivo que se pueden producir en el entorno inalámbrico mostrado en la FIG. 3, de acuerdo con diversos aspectos.

La FIG. 5 ilustra unos ejemplos de impactos de coexistencia de dispositivos cruzados que se pueden producir en el entorno inalámbrico mostrado en la FIG. 3, de acuerdo con diversos aspectos.

La FIG. 6 ilustra un ejemplo de metodología para negociar una mejor RAT para su uso al establecer una conexión de D2D entre dos dispositivos pares, de acuerdo con diversos aspectos.

La FIG. 7 ilustra otra metodología de ejemplo para negociar la mejor RAT para su uso al establecer una conexión de D2D entre dos dispositivos pares de una manera que puede mitigar los impactos de coexistencia dentro de dispositivo y de dispositivos cruzados, de acuerdo con diversos aspectos.

La FIG. 8 ilustra un diagrama de bloques que puede corresponder a dos dispositivos pares que pueden entablar comunicaciones de D2D, de acuerdo con diversos aspectos.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0017] En la siguiente descripción se divulgan diversos aspectos y dibujos relacionados para mostrar ejemplos específicos en relación con unos modos de realización ejemplares. Los modos de realización alternativos serán evidentes para los expertos en la técnica pertinente tras leer la presente divulgación, y estos se pueden construir y llevar a la práctica sin apartarse del alcance o el espíritu de la divulgación. Adicionalmente, los elementos bien conocidos no se describirán en detalle o se pueden omitir para no ofuscar los detalles pertinentes de los aspectos y los modos de realización divulgados en el presente documento.

[0018] El término "ejemplar" se usa en el presente documento en el sentido de "que sirve de ejemplo, caso o ilustración". No se ha de interpretar necesariamente que cualquier modo de realización descrito en el presente

documento como "ejemplar" sea preferente o ventajoso con respecto a otros modos de realización. Asimismo, el término "modos de realización" no requiere que todos los modos de realización incluyan la característica, ventaja o modo de funcionamiento analizados.

[0019] La terminología usada en el presente documento describe solo modos de realización en particular y no se debe interpretar que limita cualquiera de los modos de realización divulgados en el presente documento. Como se usan en el presente documento, las formas en singular "un(o)", "una", "el" y "la" pretenden incluir también las formas en plural, a menos que el contexto indique claramente lo contrario. Se deberá entender, además, que los términos "comprende", "que comprende", "incluye" y/o "que incluye", cuando se usan en el presente documento, especifican la presencia de características, enteros, etapas, operaciones, elementos y/o componentes indicados, pero no excluyen la presencia o la adición de una o más de otras características, enteros, etapas, operaciones, elementos, componentes y/o grupos de los mismos.

[0020] Además, muchos aspectos se describen en términos de secuencias de acciones que por ejemplo, unos elementos de un dispositivo informático van a realizar. Como se reconocerá, diversas acciones descritas en el presente documento se pueden realizar mediante circuitos específicos (por ejemplo, un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC)), mediante instrucciones de programa ejecutadas por uno o más procesadores, o mediante una combinación de ambas cosas. Adicionalmente, se puede considerar que esta secuencia de acciones descrita en el presente documento se incorpora por completo dentro de cualquier forma de medio de almacenamiento legible por ordenador que tiene almacenado en el mismo un conjunto correspondiente de instrucciones informáticas que, al ejecutarse, harán que un procesador asociado realice las funciones descritas en el presente documento. Por tanto, los diversos aspectos de la divulgación se pueden incorporar en un número de formas diferentes, que se ha contemplado que estén todas ellas dentro del alcance de la materia objeto reivindicada. Además, para cada uno de los aspectos descritos en el presente documento, la forma correspondiente de cualquiera de dichos aspectos se puede describir en el presente documento, por ejemplo, como una "lógica configurada para" realizar la acción descrita.

[0021] Las técnicas descritas en el presente documento también se pueden usar en relación con diversos sistemas de comunicación inalámbrica tales como sistemas de CDMA, TDMA, FDMA, OFDMA y SC-FDMA. Los términos "sistema" y "red" se usan a menudo de manera intercambiable. Una red de CDMA puede implementar una tecnología de radio tal como el acceso por radio terrestre universal (UTRA), CDMA2000, etc. La tecnología de UTRA incluye CDMA de banda ancha (WCDMA) y otras variantes de CDMA. La tecnología CDMA2000 abarca las normas IS-2000, IS-95 e IS-856. Un sistema de TDMA puede implementar una tecnología de radio tal como el sistema global para comunicaciones móviles (GSM). Un sistema de OFDMA puede implementar una tecnología de radio tal como UTRA evolucionado (E-UTRA), banda ancha ultra móvil (UMB), IEEE 802.11 (wifi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802.20, Flash-OFDM®, etc. UTRA y E-UTRA forman parte del sistema universal de telecomunicaciones móviles (UMTS). La evolución a largo plazo (LTE) de 3GPP es una versión de UMTS que usa E-UTRA, que emplea OFDMA en el enlace descendente y SC-FDMA en el enlace ascendente. UTRA, E-UTRA, UMTS, LTE y GSM se describen en documentos de un organismo denominado "Proyecto de Colaboración de Tercera Generación" (3GPP). CDMA2000 y UMB se describen en documentos de un organismo denominado "Proyecto de Colaboración de Tercera Generación 2" (3GPP2). Para mayor claridad, a continuación, se describen determinados aspectos para LTE, y se puede usar terminología de LTE en gran parte de la siguiente descripción.

[0022] La FIG. 1 ilustra un entorno de comunicación inalámbrica ejemplar en el que pueden funcionar diversos aspectos y modos de realización descritos en el presente documento. En diversos modos de realización, el entorno de comunicación inalámbrica 100 mostrado en la FIG. 1 puede incluir un dispositivo inalámbrico 110, que puede tener capacidades de comunicación con múltiples sistemas de comunicación. Por ejemplo, el dispositivo inalámbrico 110 puede tener capacidades que admiten la comunicación con una o más redes celulares 120 y/o 130, una o más redes de WLAN 140 y/o 150, una red de área personal inalámbrica (WPAN) 160, una o más redes de radiodifusión 170, uno o más sistemas de posicionamiento por satélite 180, otros sistemas y/o redes no mostrados en la FIG. 1, o cualquier combinación de los mismos, en el que los términos "red" y "sistema" se pueden usar de manera intercambiable en la siguiente descripción.

[0023] En diversos modos de realización, cada una de las redes celulares 120 y 130 puede ser una red de CDMA, TDMA, FDMA, OFDMA, FDMA de portadora única (SC-FDMA), u otra red adecuada. Una red de CDMA puede implementar una RAT tal como el acceso por radio terrestre universal (UTRA), CDMA2000, etc. La tecnología de UTRA incluye CDMA de banda ancha (WCDMA) y otras variantes de CDMA. Por otro lado, la tecnología de CDMA2000 abarca las normas IS-2000 (CDMA2000 1X), IS-95 e IS-856 (HRPD). Una red de TDMA puede implementar una RAT tal como el sistema global para comunicaciones móviles (GSM), el sistema de telefonía móvil avanzado digital (D-AMPS), etc. Una red de OFDMA puede implementar una RAT, tal como el UTRA evolucionado (E-UTRA), banda ancha ultramóvil (UMB), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802.20, Flash-OFDM®, etc. UTRA y E-UTRA forman parte del sistema universal de telecomunicaciones móviles (UMTS). La evolución a largo plazo (LTE) y la LTE avanzada (LTE-A) de 3GPP son versiones más recientes de UMTS que usan E-UTRA. UTRA, E-UTRA, UMTS, LTE, LTE-A y GSM se describen en documentos de un organismo denominado "Proyecto de Colaboración de Tercera Generación" (3GPP). CDMA2000 y UMB se describen en documentos de un organismo denominado "Proyecto de Colaboración de Tercera Generación 2" (3GPP2). En un aspecto, la red celular 120 puede incluir un

número de estaciones base 122, que pueden admitir la comunicación bidireccional para dispositivos inalámbricos dentro de su cobertura. De forma similar, la red celular 130 puede incluir un número de estaciones base 132 que pueden admitir una comunicación bidireccional para dispositivos inalámbricos dentro de su cobertura.

[0024] Las redes WLAN 140 y 150 pueden implementar respectivamente unas RAT tales como IEEE 802.11 (wifi), Hiperlan, etc. El red WLAN 140 puede incluir uno o más puntos de acceso 142 que pueden admitir una comunicación bidireccional. De forma similar, la red de WLAN 150 puede incluir uno o más puntos de acceso 152 que pueden admitir una comunicación bidireccional. La red WPAN 160 puede implementar una RAT tal como Bluetooth (BT), Bluetooth de baja energía (BTLE), IEEE 802.15, etc. Además, la red WPAN 160 puede admitir una comunicación bidireccional para diversos dispositivos tales como un dispositivo inalámbrico 110, un auricular 162, un ordenador 164, un ratón 166 o similares.

[0025] La red de radiodifusión 170 puede ser una red de radiodifusión de televisión (TV), una red de radiodifusión de modulación de frecuencia (FM), una red de radiodifusión digital, etc. Un red de radiodifusión digital puede implementar una RAT tal como MediaFLO™, radiodifusión de vídeo digital para portátiles (DVB-H), radiodifusión digital de servicios integrados para radiodifusión de televisión terrestre (ISDB-T) o similares. Además, la red de radiodifusión 170 puede incluir una o más estaciones de radiodifusión 172 que pueden admitir una comunicación unidireccional.

[0026] El sistema de posicionamiento por satélite 180 puede ser el sistema de posicionamiento global (GPS) de Estados Unidos, el sistema europeo Galileo, el sistema ruso GLONASS, el sistema por satélite cuasigenital (QZSS) de Japón, el sistema regional indio de navegación por satélite (IRNSS) de India, el sistema Beidou de China y/o cualquier otro sistema adecuado. Además, el sistema de posicionamiento por satélite 180 puede incluir un número de satélites 182 que transmiten señales para la determinación de la posición.

[0027] En diversos modos de realización, el dispositivo inalámbrico 110 puede ser fijo o móvil y también se puede denominar dispositivo cliente, equipo de usuario (UE), terminal de usuario, dispositivo de usuario, dispositivo de comunicación, dispositivo de comunicaciones inalámbricas, dispositivo de mano, dispositivo móvil, terminal móvil, estación móvil, microteléfono, terminal de acceso, dispositivo de abonado, terminal de abonado, estación de abonado, terminal y/o variantes de los mismos, que se usan de manera intercambiable para referirse a cualquier dispositivo móvil o fijo adecuado que puede funcionar y que se puede comunicar con una red de acceso por radio (RAN) que implementa una tecnología de acceso por radio (RAT) en particular, a través de una red alámbrica, a través de una red de wifi (por ejemplo, basada en IEEE 802.11, etc.) y/o con otros dispositivos por medio de protocolos de señalización de dispositivo a dispositivo (D2D) y/o de par a par (P2P) directos (por ejemplo, LTE Direct, a veces denominado LTE avanzada, AllJoyn, Wi-Fi Direct, Wi-Fi Aware, Bluetooth, Bluetooth de baja energía (BTLE), NFC, etc.). Por ejemplo, de acuerdo con los diversos aspectos y modos de realización descritos en el presente documento, el dispositivo inalámbrico 110 puede descubrir los otros dispositivos por medio de los protocolos de señalización de D2D y/o P2P de acuerdo con diversos procedimientos, que incluyen unas especificaciones técnicas establecidas por el Proyecto de Colaboración de Tercera Generación (3GPP) (por ejemplo, 3GPP TS 23.303, "Proximity-based services (ProSe); Stage 2), Wi-Fi Alliance (por ejemplo, "Wi-Fi Peer-to-Peer Services Technical Specification"), etc. Así pues, el dispositivo inalámbrico 110 en general puede entablar una comunicación bidireccional con el sistema celular 120 y/o 130, el sistema de WLAN 140 y/o 150, unos dispositivos con el sistema de WPAN 160 y/o cualquier otro(s) sistema(s) y/o dispositivo(s) adecuados(s). El dispositivo inalámbrico 110 puede recibir de forma adicional o alternativa señales desde el sistema de radiodifusión 170 y/o el sistema de posicionamiento por satélite 180. En general, los expertos en la técnica apreciarán que el dispositivo inalámbrico 110 se puede comunicar con cualquier número de sistemas y/o redes en cualquier momento dado, lo que también puede hacer que el dispositivo inalámbrico 110 experimente problemas de coexistencia entre diversos dispositivos de radio componentes asociados con el mismo que pueden funcionar al mismo tiempo. En consecuencia, como se explicará en mayor detalle en el presente documento, el dispositivo inalámbrico 110 puede incluir un gestor de coexistencia (CxM), no mostrado) que tiene uno o más módulos funcionales para detectar y mitigar los problemas de coexistencia.

[0028] En particular, como se explicará en mayor detalle en el presente documento, los términos "estado de coexistencia", "impactos de coexistencia", "parámetros de coexistencia" y/o variantes de los mismos, tal como se usan en el presente documento, en general pueden representar el nivel de impacto, incluyendo la desensibilización (por ejemplo, pérdida de sensibilidad debido a fuentes de ruido), para las radios de un dispositivo dado y puede incluir una o más entradas, tales como las radios operativas, unos parámetros respectivos asociados con las radios operativas, tales como el nivel de potencia de transmisión (TX), las frecuencias de funcionamiento, las sensibilidades de receptor, el rendimiento, la temporización, los casos de uso, etc. Además, de acuerdo con diversos aspectos, los términos "estado de coexistencia", "impactos de coexistencia", "parámetros de coexistencia" o similares, como se usan en el presente documento, pueden comprender efectos secundarios que pueden incluir efectos de temperatura, proceso y operativos tales como variantes de fabricantes, envejecimiento de componentes, variantes de aislamiento (por ejemplo, colocación de mano/objeto, condiciones del canal, etc.). Así pues, en base a la información mencionada anteriormente y/o a otros factores pertinentes, se pueden determinar los impactos sobre una o más radios receptoras. Además, de acuerdo con los diversos aspectos y modos de realización descritos en el presente documento, el estado de coexistencia para un dispositivo dado se puede almacenar en

una base de datos, una tabla de consulta, una memoria y/o cualquier otro repositorio o fuente de datos adecuada accesible al dispositivo local. y representar todas las radios integradas en ese dispositivo. En diversos modos de realización, un fabricante asociado con el dispositivo puede rellenar previamente la base de datos, la tabla de consulta, la memoria, etc. en el momento de la compilación, o de forma alternativa (o adicional) se pueden crear y/o actualizar la base de datos, la tabla de consulta, la memoria, etc. durante las operaciones. Además, de acuerdo con diversos aspectos, el estado de coexistencia, los impactos, los parámetros, etc. se pueden compartir con uno o más dispositivos adyacentes u otros dispositivos próximos con los propósitos descritos en el presente documento.

[0029] De acuerdo con diversos aspectos, la FIG. 2 ilustra un dispositivo inalámbrico multirradio ejemplar que puede admitir una o más tecnologías de comunicación de dispositivo a dispositivo (D2D), de acuerdo con diversos aspectos. Pasando a continuación a la FIG. 2, se proporciona un diagrama de bloques que ilustra un diseño de ejemplo para un dispositivo inalámbrico multirradio 200, que se puede usar como una implementación del dispositivo inalámbrico 110 de la FIG. 1. Como se ilustra en la FIG. 2, el dispositivo inalámbrico 200 puede incluir N radios 220a a 220n, que se pueden acoplar a las N antenas 210a a 210n, respectivamente, donde N puede ser cualquier valor entero. Los expertos en la técnica apreciarán, sin embargo, que las radios 220 se pueden acoplar a cualquier número de antenas 210 y/o compartir una antena 210 determinada.

[0030] En general, una radio 220 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 por medio de medios conductores. A modo de ejemplo, una radio 220 puede ser una unidad que transmite una señal a un sistema o a un dispositivo o una unidad que recibe señales desde un sistema o un dispositivo. En consecuencia, los expertos en la técnica apreciarán que se puede utilizar una radio 220 para admitir una comunicación inalámbrica. En otro ejemplo, una radio 220 también puede ser una unidad (por ejemplo, una pantalla en un ordenador, una placa de circuito, etc.) que emite ruido, que puede afectar al rendimiento de otras radios. En consecuencia, los expertos en la técnica apreciarán, además, que una radio 220 también puede ser una unidad que emite ruido e interferencias sin admitir la comunicación inalámbrica. En diversos modos de realización, las respectivas radios 220 pueden admitir la comunicación con uno o más sistemas. De forma adicional o alternativa se pueden usar múltiples radios 220 para un sistema dado, por ejemplo, para transmitir o recibir en diferentes bandas de frecuencias (por ejemplo, bandas celulares y de PCS).

[0031] En otro aspecto, un procesador digital 230 puede estar acoplado a unas radios 220a a 220n y puede realizar diversas funciones, tales como un procesamiento para datos que se transmiten o se reciben por medio de las radios 220. El procesamiento para cada radio 220 puede ser dependiente de la tecnología de radio admitida por esa radio y puede incluir cifrado, codificación, modulación, etc., para un transmisor; desmodulación, decodificación, descifrado, etc., para un receptor, o similares. En un ejemplo, el procesador digital 230 puede incluir un gestor de coexistencia (CxM) 240 que puede controlar el funcionamiento de las radios 220 para mejorar el rendimiento del dispositivo inalámbrico multirradio 200 como se describe en general en el presente documento. El gestor de coexistencia 240 puede tener acceso a una base de datos 244, que puede almacenar información usada para controlar el funcionamiento de las radios 220. Como se explica más adelante, el gestor de coexistencia 240 puede estar adaptado para una variedad de técnicas para disminuir la interferencia dentro de dispositivo entre las radios y/o la interferencia con una o más radios en otro dispositivo próximo al dispositivo inalámbrico multirradio 200. En un ejemplo, el gestor de coexistencia 240 puede solicitar un patrón de espacio de medición o ciclo de DRX que permite que una radio ISM se comunique durante periodos de inactividad de LTE.

[0032] Para simplificar, el procesador digital 230 se muestra en la FIG. 2 como un único procesador. Sin embargo, los expertos en la técnica apreciarán que el procesador digital 230 puede incluir cualquier número de procesadores, controladores, memorias, etc. En un ejemplo, un controlador/procesador 250 puede dirigir el funcionamiento de diversas unidades dentro del dispositivo inalámbrico 200. De forma adicional o alternativa, una memoria 252 puede almacenar códigos de programa y datos para el dispositivo inalámbrico 200. El procesador digital 230, el controlador/procesador 250 y la memoria 252 se pueden implementar 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 230 se puede implementar en un ASIC de módem de estación móvil (MSM).

[0033] En un aspecto, el gestor de coexistencia 240 puede gestionar el funcionamiento de las respectivas radios 220 utilizadas por el dispositivo inalámbrico multirradio 200 para evitar la interferencia y/u otra degradación de rendimiento asociada con colisiones entre las respectivas radios 220 y/o con una o más radios de otro dispositivo próximo al dispositivo inalámbrico multirradio 200. El gestor de coexistencia 240 puede realizar uno o más procesos, tales como los ilustrados en la FIG. 6 y la FIG. 7, como se describirá en mayor detalle a continuación.

[0034] De acuerdo con diversos aspectos, la FIG. 3 ilustra un entorno inalámbrico ejemplar 300 en el que dos dispositivos inalámbricos 310, 320 que están localizados suficientemente próximos entre sí pueden negociar una mejor tecnología de acceso por radio (RAT) de D2D para su uso al establecer una conexión de D2D. Por ejemplo, en diversos modos de realización, los dos dispositivos inalámbricos 310, 320 pueden negociar para obtener una lista de prioridades que contiene una o más mejores RAT de D2D, una o más de las cuales se pueden activar en un momento dado en base a uno o más requisitos, preferencias, políticas y/u otros criterios adecuados, como se describe en mayor detalle en el presente documento.

[0035] Más en particular, como se muestra en la FIG. 3, el dispositivo inalámbrico 310 puede tener una radio de comunicación de campo cercano (NFC) 311, una radio de red inalámbrica de área amplia (WWAN) 313, una radio de red inalámbrica de área local (WLAN) 315 y una radio de Bluetooth 317 que el dispositivo inalámbrico 310 puede usar para comunicarse dentro del entorno inalámbrico 300. Por ejemplo, como se representa en la FIG. 3, el dispositivo inalámbrico 310 puede comunicarse inalámbricamente con una estación base 340 a través de un enlace de WWAN 341 usando la radio de WWAN 313. El dispositivo inalámbrico 310 también se puede comunicar inalámbricamente con un punto de acceso 360 a través de un enlace de WLAN 361 usando la radio de WLAN 315. Además, el dispositivo inalámbrico 310 se puede comunicar inalámbricamente con un auricular de Bluetooth 380 y un dispositivo ponible habilitado para Bluetooth 382 a través de enlaces de Bluetooth 381, 383 usando la radio de Bluetooth 317, en el que el auricular de Bluetooth 380 y el dispositivo ponible habilitado para Bluetooth 382 se pueden comunicar además inalámbricamente entre sí a través de un enlace de Bluetooth 384. Asimismo, el dispositivo inalámbrico 310 se puede comunicar inalámbricamente con uno o más dispositivos de NFC (no mostrados) que están dentro del "campo cercano" del dispositivo inalámbrico 310 usando la radio de NFC 311 por medio de inducción de campo magnético.

[0036] Además, en diversos modos de realización, el entorno inalámbrico 300 también puede incluir un segundo dispositivo inalámbrico 320, que también puede tener múltiples radios que funcionan cada una de acuerdo con una RAT diferente. Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 3, el segundo dispositivo inalámbrico 320 también puede tener una radio de NFC 321, una radio de WWAN 323, una radio de WLAN 325 y una radio de Bluetooth 327, en el que el dispositivo inalámbrico 320 puede usar las radios 321, 323, 325, 327 para comunicarse dentro del entorno inalámbrico 300. Por ejemplo, como se representa en la FIG. 3, el dispositivo inalámbrico 320 se puede comunicar inalámbricamente con una estación base 344 a través de un enlace de WWAN 345 usando la radio de WWAN 323, con un punto de acceso 364 a través de un enlace de WLAN 365 usando la radio de WLAN 325, con un auricular de Bluetooth 385 y un dispositivo ponible habilitado para Bluetooth 387 a través de enlaces de Bluetooth 386, 388 usando la radio de Bluetooth 327, en el que el auricular de Bluetooth 385 y el dispositivo ponible habilitado para Bluetooth 387 se pueden comunicar además inalámbricamente entre sí a través de un enlace de Bluetooth 389. Asimismo, el dispositivo inalámbrico 320 se puede comunicar inalámbricamente con uno o más dispositivos de NFC (no mostrados) que están dentro del "campo cercano" del dispositivo inalámbrico 320 usando la radio de NFC 321 por medio de inducción de campo magnético.

[0037] En diversos modos de realización, los expertos en la técnica apreciarán que aunque las estaciones base 340, 344 se representan separadas en la FIG. 3, los dispositivos inalámbricos 310, 320 de hecho se pueden comunicar con la misma estación base, en cuyo caso los enlaces de WWAN 341, 345 pueden tener un punto final común. De forma análoga, los expertos en la técnica apreciarán que los puntos de acceso 360, 364 pueden corresponder a un punto de acceso único en lugar de a puntos de acceso separados como se muestra en la FIG. 3.

[0038] Independientemente de la disposición en particular, los diversos enlaces que los dispositivos inalámbricos 310, 320 usan para comunicarse dentro del entorno inalámbrico 300 pueden causar problemas de coexistencia dentro de dispositivo y/o problemas de coexistencia de dispositivos cruzados. Por ejemplo, como se representa en 312, se pueden producir problemas de coexistencia dentro de dispositivo en el dispositivo inalámbrico 310 debido a interferencias u otros impactos de coexistencia que se pueden causar cuando el dispositivo inalámbrico 310 usa la radio de WWAN 313, la radio de WLAN 315 y la radio de Bluetooth 317 para comunicarse sustancialmente al mismo tiempo. En un aspecto similar, como se representa en 322, se pueden producir problemas de coexistencia dentro de dispositivo en el dispositivo inalámbrico 320 debido a interferencias u otros impactos de coexistencia que son el resultado del uso por el dispositivo inalámbrico 320 de la radio de WWAN 323, la radio de WLAN 325 y la radio de Bluetooth 327 para comunicarse sustancialmente al mismo tiempo. A continuación, se describen en mayor detalle más detalles en relación con unos impactos de coexistencia dentro de dispositivo 312, 322 de ejemplo que se pueden producir en los respectivos dispositivos inalámbricos 310, 320, con respecto a la FIG. 4. Asimismo, cuando los dispositivos inalámbricos 310, 320 están suficientemente próximos, pueden surgir determinados problemas de coexistencia de dispositivos cruzados, como se representa en 330. Por ejemplo, si los dispositivos inalámbricos 310, 320 están dentro de una distancia de hasta aproximadamente 500 metros, los dispositivos inalámbricos 310, 320 pueden usar las radios de WWAN 313, 323 para formar un enlace de D2D a través de LTE Direct. Además, si los dispositivos inalámbricos 310, 320 están dentro de una distancia suficiente para descubrirse entre sí por medio de las radios de WLAN 315, 325, los dispositivos inalámbricos 310, 320 pueden formar un enlace de D2D a través de Wi-Fi Direct. En otros ejemplos, los dispositivos inalámbricos 310, 320 pueden formar un enlace de D2D usando las radios de Bluetooth 317, 327 si los dispositivos inalámbricos 310, 320 están dentro de una distancia de funcionamiento que va desde algunos metros hasta algunas decenas de metros, o usando las radios de NFC. 311, 321 si los dispositivos inalámbricos 310, 320 están dentro del campo cercano mutuo (por ejemplo, a unos diez centímetros o menos). Asimismo, aunque los dispositivos inalámbricos 310, 320 no formen un enlace de D2D, la comunicación inalámbrica que se produce en los respectivos dispositivos inalámbricos 310, 320 puede crear impactos de coexistencia de dispositivos cruzados 330 que interfieren con la comunicación inalámbrica realizada en el otro dispositivo inalámbrico. (por ejemplo, como se describe en mayor detalle a continuación con respecto a la FIG. 5). Así pues, dependiendo de las radios disponibles en particular y/o que se están usando en cada dispositivo inalámbrico 310, 320, puede haber varios factores a considerar al elegir la mejor RAT para formar

un enlace de D2D entre los dispositivos inalámbricos 310, 320, incluyendo al menos los impactos de coexistencia dentro de dispositivo 312, 322 y los impactos de coexistencia de dispositivos cruzados 330 que dicho enlace de D2D puede causar.

[0039] Por ejemplo, de acuerdo con diversos aspectos, la FIG. 4 ilustra diversos ejemplos relacionados con los posibles impactos de coexistencia dentro de dispositivo 312, 322 que se pueden producir en el entorno inalámbrico 300. Más en particular, la FIG. 4 muestra una parte de espectro de frecuencia 400 de ejemplo que comprende varias bandas de radio, incluyendo la banda industrial, científica y médica (ISM) 410. En ese contexto, los impactos de coexistencia dentro de dispositivo de ejemplo mostrados en la FIG. 4 se pueden aplicar a una situación en particular en la que el acoplamiento y/o el aislamiento entre antenas en un dispositivo inalámbrico en particular es responsable de causar los impactos de coexistencia dentro de dispositivo. Además, los diversos impactos y regiones de coexistencia dentro de dispositivo en la parte de espectro de frecuencia 400 mostrada en la FIG. 4 se aplican a una situación en particular y, así pues, pueden variar de un dispositivo a otro dependiendo de la distancia, el filtrado, las arquitecturas del dispositivo y/u otros factores, como será evidente para los expertos en la técnica.

[0040] Como se representa en la FIG. 4, la banda de radio ISM 410 tiene un ancho de banda de 83 MHz y cubre frecuencias que van desde 2400 MHz a 2483 MHz, en la que la banda ISM 410 puede estar situada comúnmente entre otras bandas de radio vecinas usadas para funcionar de acuerdo con las especificaciones del Proyecto de Colaboración de Tercera Generación (3GPP). Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 4, la banda de funcionamiento de 3GPP 40 (a continuación en el presente documento, la "banda B40") 420 usa duplexado por división de tiempo (TDD) para funcionar en frecuencias que van de 2300 MHz a 2400 MHz. Además, como se muestra en la FIG. 4, la banda de funcionamiento de 3GPP 7 incluye una parte de enlace ascendente (UL) 430 (a continuación en el presente documento, la "banda de UL B7") que usa duplexado por división de frecuencia (FDD) para funcionar en frecuencias que van de 2500 MHz a 2570 MHz y una parte de enlace descendente (DL) 450 (a continuación en el presente documento, la "banda de DL B7") que usa FDD para funcionar en frecuencias que van de 2620 MHz a 2690 MHz. Además, entre la banda de UL B7 430 y la banda de DL B7 450, la banda operativa de 3GPP 38 (a continuación en el presente documento, la "banda B38") 440 usa TDD para funcionar en frecuencias que van de 2570 MHz a 2620 MHz, mientras que la banda de funcionamiento de 3GPP 41 (a continuación en el presente documento la "banda B41") 460 usa TDD para funcionar en frecuencias que van de 2496 MHz a 2690 MHz. Sin embargo, los expertos en la técnica apreciarán que las frecuencias mostradas en la FIG. 4 (y descritas en el presente documento) son aproximaciones.

[0041] En consecuencia, como se muestra en la FIG. 4, la banda ISM 410 está próxima a la banda B40 420, con lo que puede haber una banda de guarda escasa o no haber ninguna entre la banda ISM 410 y la banda B40 420. Además, la banda ISM 410 también está próxima a la banda de UL B7 430 y la banda B41 460, y la banda ISM 410 está menos próxima a la banda B38 440 y la banda de DL B7 450. Sin embargo, como se analizará en mayor detalle a continuación, las operaciones en cualquiera de las diversas bandas 410, 420, 430, 440, 450, 460 en la parte de espectro de frecuencia 400 mostrada en la FIG. 4 puede interferir potencialmente con las operaciones en una o más de otras bandas en la parte de espectro de frecuencia 400 ilustrada. Así pues, los expertos en la técnica apreciarán que la FIG. 4 simplemente proporciona problemas de interferencia (o coexistencia) ejemplares que pueden surgir en la parte del espectro de frecuencia 400 mostrada en la misma. Por otro lado, los expertos en la técnica apreciarán que la FIG. 4 puede no proporcionar una imagen completa con respecto a los problemas de interferencia (o coexistencia) potenciales que se pueden producir en la parte de espectro de frecuencia 400 representada y, además, que las operaciones fuera de la parte del espectro de frecuencia 400 representada pueden causar además problemas potenciales de interferencia o coexistencia con respecto a unas operaciones que están dentro de la parte de espectro de frecuencia 400 representada (y viceversa). En consecuencia, pueden surgir problemas de coexistencia dentro de dispositivo y/o de dispositivos cruzados en diferentes RAT en cualquier parte del espectro de frecuencia, y las soluciones descritas en el presente documento para seleccionar una RAT de D2D adecuada de una manera que puede mitigar dichos problemas de coexistencia dentro de dispositivo y/o de dispositivos cruzados son aplicables en general en cualquier lugar donde la RAT usada en una conexión de D2D puede causar problemas de coexistencia dentro de dispositivo y/o de dispositivos cruzados.

[0042] Como se indica anteriormente, la FIG. 4 ilustra diversos impactos de coexistencia dentro de dispositivo de ejemplo que se pueden producir cuando los dispositivos inalámbricos 310, 320 mostrados en la FIG. 3 establecen una conexión de D2D usando una o más RAT que funcionan en la parte de espectro de frecuencia 400 ilustrada, en los que los ejemplos mostrados en la FIG. 4 en general pueden comprender impactos de coexistencia dentro de dispositivo entre operaciones dentro de la banda ISM 410 y operaciones de LTE fuera de la banda ISM 410. Sin embargo, como se menciona además anteriormente, los impactos y regiones de coexistencia dentro de dispositivo de ejemplo en la parte de espectro de frecuencia 400 mostrada en la FIG. 4 se aplican a una situación en particular y, así pues, pueden variar de un dispositivo a otro dependiendo de la distancia, el filtrado, las arquitecturas de dispositivo y/u otros factores. Por ejemplo, la desensibilización representada en la FIG. 4 en 412, 414, 426, 428, etc. representa los mejores resultados con un filtro de resonador acústico volumétrico de película delgada (FBAR) de alto rendimiento. En consecuencia, en un dispositivo que usa un filtro de onda acústica de superficie (SAW) más típico y relativamente más barato, unas partes enteras de las bandas pueden quedar inoperativas, lo que incluye las operaciones que se muestran en 422, 432, 424, 416, 418 además de la desensibilización representada en 412, 414, 426, 428 donde se usan filtros de FBAR de alto rendimiento. Además,

aunque los resultados mostrados en la FIG. 4 representan impactos de coexistencia dentro de dispositivo de ejemplo donde las diversas RAT están diseñadas para la coexistencia de modo que se usan filtros de alto rendimiento, los resultados podrían ser mucho peores cuando se está en una situación de víctima/agresor de dispositivos cruzados cuando no se usan filtros de coste más alto con anticipación de posibles problemas de coexistencia. Asimismo, los resultados mostrados en la FIG. 4 pueden depender de la potencia de transmisión, la sensibilidad del receptor, etc., y los filtros también pueden tener variaciones de rendimiento debido a la variación de temperatura y de proceso, lo que complica aún más las tareas de mitigación de coexistencia. Así pues, los expertos en la técnica apreciarán que cualquier valor en particular mencionado en el presente documento y cualquier impacto de coexistencia dentro de dispositivo y/o de dispositivos cruzados en particular descritos en el presente documento son simplemente ilustrativos con respecto a las situaciones en particular representadas y descritas, ya que habrá muchos factores diferentes que pueden causar impactos de coexistencia dentro de dispositivo y/o de dispositivos cruzados entre dos dispositivos inalámbricos que tratan de establecer una conexión de D2D.

[0043] Por ejemplo, en la situación en particular mostrada en la FIG. 4, las operaciones de LTE 432 que se realizan en la banda de UL B7 430 y que usan el canal más cercano a la banda ISM 410 (por ejemplo, los 10 MHz inferiores de la banda de UL B7) pueden causar impactos de coexistencia dentro de dispositivo con lo que las operaciones de Bluetooth y/o de WLAN se pueden desensibilizar en la banda ISM 410, como se representa en 412 (por ejemplo, las operaciones de LTE 432 en la banda de UL B7 430 pueden desensibilizar el canal de WLAN 11 en ~30 decibelios (dB), en las que la desensibilización mostrada en 412 puede ser más o menos de 30 dB dependiendo de las circunstancias). En otro ejemplo, las operaciones de LTE que usan los 30 MHz superiores de la banda B40 420, como se representa en 422, pueden causar impactos de coexistencia dentro de dispositivo con lo que las operaciones de Bluetooth y/o de WLAN se pueden desensibilizar en la banda ISM 410, como se representa además en 412. Sin embargo, las operaciones de LTE en los 70 MHz inferiores de la banda B40 420, como se representa en 424, pueden causar un impacto de coexistencia dentro de dispositivo más pequeño, con lo que la desensibilización solo se puede experimentar en los 20 MHz inferiores en la banda ISM 410, como se representa en 414. Además, las operaciones de Bluetooth y/o de WLAN dentro de la banda ISM 410 pueden causar impactos de coexistencia fuera de la banda ISM 410. Por ejemplo, las operaciones de Bluetooth y/o WLAN que usan los 20 MHz inferiores de la banda ISM 410, como se ilustra en 416, pueden causar un impacto de coexistencia dentro de dispositivo en la medida en que las operaciones de LTE se pueden desensibilizar en toda la banda B40 420, como se representa en 426. Sin embargo, las operaciones de Bluetooth y/o WLAN realizadas por encima de ~2420 MHz, como se representa en 418, pueden causar un impacto de coexistencia dentro de dispositivo relativamente menor, con lo que la desensibilización solo se puede experimentar en los 30 MHz superiores de la banda B40 420, como se representa en 428. De nuevo, como se menciona anteriormente, los expertos en la técnica apreciarán que los impactos de coexistencia dentro de dispositivo mostrados en la FIG. 4 y el grado en que dichos impactos de coexistencia dentro de dispositivo pueden causar desensibilización debido a operaciones en diferentes RAT puede variar en base a muchos factores, que pueden incluir parámetros de filtro, potencia de transmisión y niveles de sensibilidad de receptor, entre muchos otros factores.

[0044] Además, con referencia ahora a la FIG. 5, se ilustran impactos de coexistencia de dispositivos cruzados de ejemplo que se pueden producir en el entorno inalámbrico 300 mostrado en la FIG. 3. Más en particular, el gráfico representado en 510 puede ilustrar en general impactos de coexistencia de dispositivos cruzados donde las operaciones de LTE que un primer dispositivo inalámbrico (por ejemplo, el dispositivo inalámbrico 310) realiza en una parte de espectro liberado 512 dentro de la banda B40 pueden causar interferencia y/o desensibilización en un segundo dispositivo inalámbrico (por ejemplo, el dispositivo inalámbrico 320) que realiza operaciones de wifi en la banda ISM 516, en los que el ejemplo mostrado en 510 puede suponer una banda de guarda de 10 MHz 514 entre la banda ISM 516 y la parte de espectro liberado 512 de la banda B40, en los que la parte de espectro liberado 512 se puede ampliar típicamente hasta 2300 MHz y hasta 2400 MHz (por ejemplo, sin la banda de guarda 514). En consecuencia, en el ejemplo ilustrado que supone la banda de guarda de 10 MHz 514 entre la banda ISM 516 y la parte de espectro liberado 512 de la banda B40, el primer dispositivo inalámbrico puede realizar las operaciones de LTE en la parte de espectro liberado 512 de la banda B40 entre ~2300 MHz y 2390 MHz. Además, en el ejemplo ilustrado en la FIG. 5, los canales medidos en la banda B40 en general van de ~2360 MHz a ~2400 MHz porque los resultados y análisis experimentales no revelan problemas significativos en los canales inferiores de la banda B40, como se puede extrapolar a partir de los impactos de coexistencia de dispositivos cruzados mostrados en la FIG. 5. En consecuencia, en la siguiente descripción, el primer dispositivo inalámbrico que realiza las operaciones de LTE en la parte de espectro liberado 512 dentro de la banda B40 se puede denominar "agresor de 23 dBm de LTE", y el segundo dispositivo inalámbrico que realiza las operaciones de wifi en la banda ISM 516 y que puede experimentar potenciales impactos de coexistencia de dispositivos cruzados de interferencia/desensibilización del agresor de 23 dBm de LTE se puede denominar "víctima de wifi".

[0045] Como se muestra en el gráfico representado en 510, un nivel de interferencia 518 que experimenta la víctima de wifi debido a las operaciones que realiza el agresor de 23 dBm de LTE en cualquier canal en particular dentro de la parte de espectro liberado 512 representada dentro de la banda B40 puede variar dependiendo de una distancia 520 desde el agresor de 23 dBm de LTE a la víctima de wifi, en el que el nivel de interferencia 518 que experimenta la víctima de wifi en general se puede incrementar a medida que disminuye la distancia 520 desde el agresor de 23 dBm de LTE a la víctima de wifi. Además, un nivel de desensibilización 522 experimentado en la

víctima de wifi en general se puede incrementar a medida que la parte de espectro liberado 512 que el agresor de 23 dBm de LTE usa para realizar las operaciones de LTE se acerca a la banda de guarda entre la parte de espectro liberado 512 de la banda B40 y la banda ISM 516. En consecuencia, como se representa en 524, la víctima de wifi puede experimentar un incremento de desensibilización a medida que disminuye la distancia 520 desde el agresor de 23 dBm de LTE a la víctima de wifi, y puede experimentar además un incremento de desensibilización a medida que las operaciones de LTE asociadas con el agresor de 23 dBm de LTE se realizan a frecuencias más altas dentro de la parte del espectro liberado 512 dentro de la banda B40.

[0046] Sin embargo, los expertos en la técnica apreciarán que los impactos de coexistencia de dispositivos cruzados que se pueden producir como resultado de que diferentes dispositivos inalámbricos realicen operaciones en diversas bandas de frecuencia y/o usen diversas RAT pueden variar dependiendo de diversos factores. Por ejemplo, el gráfico representado en 530 en general ilustra impactos de coexistencia de dispositivos cruzados donde otro dispositivo inalámbrico ("dispositivo B") que tiene un receptor de WLAN diferente experimenta desensibilización de un interferente de LTE de TDD de 5 MHz de ancho a una distancia de ~ 20 metros. En particular, el gráfico mostrado en 530 puede representar resultados experimentales en los que el eje vertical representa niveles crecientes de desensibilización en el dispositivo B, en los que los niveles de desensibilización pueden variar dependiendo de un desplazamiento de frecuencia central desde un borde de banda baja en la banda ISM 516 y una distancia desde el interferente de LTE de TDD al dispositivo B. Por ejemplo, como se representa en 532, el dispositivo B puede comenzar a experimentar un nivel de desensibilización superior a ~10 dB donde el interferente de LTE de TDD usa un desplazamiento de frecuencia central de 2,5 MHz desde el borde de banda baja en la banda ISM 516 y una distancia 536 desde el dispositivo B hasta el interferente de LTE de TDD es de ~22 metros. Además, a una distancia de ~6 metros del interferente de LTE de TDD, el dispositivo B puede comenzar a experimentar un nivel de desensibilización superior a ~10 dB donde el interferente de LTE de TDD usa un desplazamiento de frecuencia central de ~30,0 MHz desde el borde de la banda baja en la banda ISM 516, un nivel de desensibilización superior a ~30 dB donde el interferente de LTE de TDD usa un desplazamiento de frecuencia central de ~15,0 MHz desde el borde de banda baja en la banda ISM 516, y así sucesivamente.

[0047] En consecuencia, en referencia de nuevo a la FIG. 3, la siguiente descripción proporciona diversas soluciones que se pueden usar para identificar una mejor RAT para su uso al establecer la conexión de D2D debido a la posibilidad de que los dispositivos inalámbricos 310, 320 puedan admitir cada uno una o varias RAT que se pueden usar para establecer una conexión de D2D. Así pues, dependiendo de la configuración de radio asociada con los dispositivos inalámbricos 310, 320 y las opciones de RAT disponibles que se pueden usar para establecer la conexión de D2D, las soluciones descritas en el presente documento pueden implicar una negociación entre los dispositivos inalámbricos 310, 320 para seleccionar la mejor RAT y/o parámetros multirradio para su uso al establecer la conexión de D2D en base a uno o más criterios que pueden estar relacionados con el rendimiento, la potencia, los impactos de coexistencia dentro de dispositivo, los impactos de coexistencia de dispositivos cruzados y/o las preferencias (por ejemplo, preferencias de usuario, preferencias de dispositivo, preferencias de operador, etc.). Por ejemplo, en determinados casos de uso, una RAT en particular puede no estar disponible o no ser óptima con respecto a una conexión de D2D en particular, aunque ambos dispositivos inalámbricos 310, 320 puedan admitir la RAT en particular (por ejemplo, cuando los dispositivos inalámbricos 310, 320 están asociados con diferentes fabricantes que implementan la RAT de diferentes maneras, donde una RAT puede ser incapaz de proporcionar un rendimiento suficiente con respecto a los requisitos asociados con una aplicación o sesión en particular, donde el uso de una RAT en particular puede causar impactos de coexistencia dentro de dispositivo y/o de dispositivos cruzados, etc.). Así pues, en diversos modos de realización, los dispositivos inalámbricos 310, 320 pueden tener cada uno un respectivo gestor de coexistencia 318, 328 además de una respectiva base de datos de políticas 319, 329, en los que los dispositivos inalámbricos 310, 320 pueden ejecutar un protocolo de coexistencia de D2D para negociar mutuamente la "mejor" RAT para su uso al establecer una conexión de D2D.

[0048] En diversos modos de realización, los dispositivos inalámbricos 310, 320 pueden por lo tanto ejecutar el protocolo de coexistencia de D2D para averiguar una configuración de radio y unas capacidades de radio asociadas entre sí y de este modo identificar una o más RAT "compatibles" que se pueden usar para establecer la conexión de D2D, en los que el término "compatible" como se usa en el presente documento se puede referir a la capacidad de establecer una conexión de D2D de acuerdo con la(s) versión(es) local(es) de las RAT de D2D que se implementan en los respectivos dispositivos inalámbricos 310, 320 (es decir, el término "compatible" como se usa en el presente documento tiene más significados que el de la mera capacidad de establecer una conexión de acuerdo con una norma establecida, tal como wifi). Por ejemplo, cuando los dispositivos inalámbricos 310, 320 corresponden a teléfonos inteligentes de diferentes fabricantes que implementan diferentes versiones de Wi-Fi Direct, las RAT de D2D "compatibles" pueden no incluir Wi-Fi Direct en el caso de que los dispositivos inalámbricos 310, 320 no se puedan comunicar usando las respectivas versiones locales de Wi-Fi Direct, aunque ambos dispositivos inalámbricos 310, 320 admitan Wi-Fi Direct como posible RAT de D2D. En consecuencia, en diversos modos de realización, los dispositivos inalámbricos 310, 320 pueden intercambiar la configuración de radio y las capacidades de radio asociadas entre sí para averiguar las RAT de D2D compatibles que se pueden usar para establecer la conexión de D2D (es decir, las posibles RAT que los dispositivos inalámbricos 310, 320 pueden usar para establecer la conexión de D2D usando versiones implementadas localmente en los respectivos dispositivos inalámbricos (310, 320) y además para averiguar un estado de coexistencia multirradio asociado entre sí. Por ejemplo, en diversos modos de realización, el estado de coexistencia multirradio intercambiado entre los

dispositivos inalámbricos 310, 320 puede comprender impactos de coexistencia dentro de dispositivo y/o impactos de coexistencia de dispositivos cruzados medidos en cada respectivo dispositivo inalámbrico (310, 320).

[0049] En diversos modos de realización, los dispositivos inalámbricos 310, 320 a continuación pueden negociar mutuamente la mejor RAT para establecer la conexión de D2D en base a las RAT de D2D compatibles y el (los) estado(s) de coexistencia multirradio intercambiado(s) de acuerdo con el protocolo de coexistencia de D2D. Por ejemplo, en diversos modos de realización, el dispositivo inalámbrico 310 puede tratar de entablar comunicaciones de D2D con el dispositivo inalámbrico 320 de acuerdo con cada RAT de D2D admitida localmente (por ejemplo, el dispositivo inalámbrico 310 puede tratar de entablar conectividad de NFC por medio de la radio de NFC 311, conectividad de LTE Direct por medio de la radio de WWAN 313, conectividad de Wi-Fi Direct por medio de la radio de WLAN 315, conectividad de Bluetooth por medio de la radio de Bluetooth 317, etc.). Así pues, si el dispositivo inalámbrico 310 determina que todas las RAT de D2D admitidas localmente no han logrado la conectividad, el protocolo de coexistencia de D2D puede fallar sin establecer ninguna conexión de D2D con el dispositivo inalámbrico 320. Sin embargo, si el dispositivo inalámbrico 310 determina que una o más RAT de D2D admitidas localmente han logrado con éxito la conectividad de modo que hay una o más RAT de D2D compatibles, los dispositivos inalámbricos 310, 320 pueden negociar a continuación una o más mejores RAT de D2D para su uso al establecer la conexión de D2D. Por ejemplo, en el caso de uso más simple, solo una RAT de D2D puede lograr con éxito la conectividad entre los dispositivos inalámbricos 310, 320, con lo que los dispositivos inalámbricos 310, 320 pueden establecer una conexión de D2D de acuerdo con esa RAT de D2D.

[0050] Sin embargo, cuando múltiples RAT de D2D han logrado con éxito la conectividad, los dispositivos inalámbricos 310, 320 pueden negociar mutuamente o seleccionar de otro modo una o más mejores RAT de D2D de acuerdo con uno o más criterios relacionados con el rendimiento, la potencia, los impactos de coexistencia dentro de dispositivo, los impactos de coexistencia de dispositivos cruzados, las preferencias, las políticas y/u otros factores adecuados. Por ejemplo, cuando las múltiples RAT de D2D que han logrado con éxito la conectividad comprenden Bluetooth y LTE Direct, los dispositivos inalámbricos 310, 320 pueden seleccionar Bluetooth, LTE Direct o ambas, dependiendo de los criterios en relación con las métricas de rendimiento (por ejemplo, uso de Bluetooth si la conexión de D2D está establecida para transferir un archivo que tiene un tamaño pequeño, uso de LTE Direct si la conexión de D2D está establecida para transferir un archivo grande porque LTE Direct ofrece velocidades de transferencia más rápidas que Bluetooth, uso de ambas si los dispositivos inalámbricos 310, 320 están separados por una distancia superior a unos metros de modo que LTE Direct puede hacerse cargo de la conexión en caso de que se pierda la conexión de Bluetooth entre los dispositivos inalámbricos 310, 320, etc.). En otro ejemplo, los dispositivos inalámbricos 310, 320 pueden seleccionar una o más mejores RAT de D2D para reducir al mínimo el consumo de energía, lo que puede comprender seleccionar el enlace de D2D más rápido (por ejemplo, prefiriendo Wi-Fi Direct a LTE Direct) según el principio "race-to-idle [carrera para reposo]" en el que las transmisiones se realizan lo más rápido posible antes de volver a poner las radios en un estado de reposo inactivo. En otra situación, una RAT de D2D puede consumir una cantidad de energía activa significativamente mayor que otra, de modo que la RAT de D2D que consume más energía puede simplemente no considerarse de prioridad alta (por ejemplo, las radios de wifi y/o de LTE en general usan más energía que las de Bluetooth y/o de NFC). De manera más general, en situaciones donde la métrica de optimización concierne a la selección de una interfaz de alto rendimiento (por ejemplo, para transferir un archivo grande, realizar una sesión D2D que implica un servicio con latencia u otras restricciones de calidad de servicio, etc.), tanto los factores de "carrera para reposo" como de "consumo de potencia activa" se pueden tomar en consideración al seleccionar la una o más mejores RAT de D2D. Sin embargo, cuando se va a transferir un archivo pequeño o el contexto no requiere una interfaz de alto rendimiento, entonces Bluetooth y/o BTLE se pueden considerar simplemente la mejor RAT de D2D, a menos que existan potenciales impactos de coexistencia dentro de dispositivo y/o de dispositivos cruzados y/u otras consideraciones que pueden hacer que Bluetooth y/o BTLE no sean deseables (por ejemplo, no participan simultáneamente en otros enlaces, tales como unos auriculares inalámbricos o unos altavoces inalámbricos).

[0051] En otros ejemplos más, se pueden considerar unas políticas de operador, en los que unas políticas de operador pueden existir en general al menos cuando uno o más canales de LTE se seleccionan para comunicaciones de D2D, al contrario que en wifi. Así pues, si el operador asociado con uno o ambos dispositivos inalámbricos 310, 320 determina que el uso de un espectro dado en un área en particular puede no estar habilitado por alguna razón, el operador puede inhabilitar LTE Direct en la base de datos de políticas 319, 329 asociada con el (los) dispositivo(s) inalámbrico(s) aplicable(s) 310, 320 (por ejemplo, cuando el (los) dispositivo(s) inalámbrico(s) 310, 320 no ha(n) pagado una tarifa para habilitar LTE Direct, cuando unos canales de espectro dados están potencialmente limitados para ayudar a aliviar la red u otras condiciones en un área local). Además, pueden surgir problemas similares en casos de uso que implican wifi controlado por operador, que pueden venir con un acceso similar o un uso basado en abono, de modo que se puede inhabilitar wifi como una posible RAT de D2D en una región dada. En otro ejemplo donde se puede considerar una política de operador al negociar la(s) mejor(es) RAT de D2D, un operador en particular puede preferir que los dispositivos inalámbricos 310, 320 se comuniquen a través de LTE Direct y/o que usen wifi controlado por operador para monetizar el tiempo de comunicación a través de wifi gratuito y/u otras RAT de D2D gratuitas o viceversa (por ejemplo, cuando la red celular y/o la red de wifi controlada por operador están a plena capacidad y, por lo tanto, se prefieren otras RAT de D2D).

[0052] Asimismo, de acuerdo con diversos modos de realización, los dispositivos inalámbricos 310, 320 además pueden negociar mutuamente determinados parámetros de radio modificados donde la "mejor" RAT de D2D negociada mutuamente entre los dispositivos inalámbricos 310, 320 tiene el potencial de causar impactos de coexistencia dentro de dispositivo y/o de dispositivos cruzados. En particular, los dispositivos inalámbricos 310, 320 pueden negociar mutuamente los parámetros de radio modificados en un intento por eliminar, reducir o al menos mitigar los potenciales impactos de coexistencia dentro de dispositivo y/o de dispositivos cruzados, y los dispositivos inalámbricos 310, 320 a continuación pueden tratar de establecer la conexión de D2D de acuerdo con la mejor RAT de D2D si los parámetros de radio modificados eliminan, reducen o mitigan suficientemente los potenciales impactos de coexistencia dentro de dispositivo y/o de dispositivos cruzados. De forma alternativa, cuando los parámetros de radio modificados no reducen suficientemente los impactos de coexistencia dentro de dispositivo y/o de dispositivos cruzados, los dispositivos inalámbricos 310, 320 pueden probar con una o más de unas siguientes mejores RAT de D2D hasta que los impactos de coexistencia dentro de dispositivo y/o de dispositivos cruzados se han reducido suficientemente y a continuación establecer la conexión de D2D de acuerdo con la configuración multirradio que proporciona los mejores parámetros de funcionamiento de coexistencia dentro de dispositivo y de dispositivos cruzados. En consecuencia, como se describirá en mayor detalle a continuación con respecto a la FIG. 6 y FIG. 7, la siguiente tabla ilustra diversas situaciones de ejemplo en las que los dispositivos inalámbricos 310, 320 pueden negociar y seleccionar mutuamente una RAT de D2D.

Tabla 1: Situaciones de selección de enlace de D2D

<u>Problema</u>	<u>Opciones de enlace de D2D</u>	<u>Métrica</u>	<u>Selección de RAT de D2D</u>
RAT incompatible (por ejemplo, Wi-Fi Direct)	Uno (por ejemplo, LTE Direct)	Tamaño de archivo pequeño	LTE Direct
RAT incompatible (por ejemplo, Wi-Fi Direct)	Múltiple (por ejemplo, Bluetooth y LTE Direct)	Tamaño de archivo pequeño	Bluetooth
RAT incompatible (por ejemplo, Wi-Fi Direct)	Múltiple (por ejemplo, Bluetooth y LTE Direct)	Tamaño de archivo grande	LTE Direct
Coexistencia dentro de dispositivo	Múltiples (por ejemplo, NFC, Bluetooth, Wi-Fi Direct y LTE Direct)	No especificada	Mejor resultado de coexistencia
Coexistencia de dispositivos cruzados	Múltiples (por ejemplo, NFC, Bluetooth, Wi-Fi Direct y LTE Direct)	No especificada	Mejor resultado de coexistencia

[0053] De acuerdo con diversos aspectos, la FIG. 6 ilustra una metodología 600 de ejemplo para negociar una mejor RAT para su uso al establecer una conexión de D2D entre dos dispositivos pares. En particular, en el bloque 610, un primer dispositivo inalámbrico puede determinar una o más RAT de dispositivo a dispositivo (D2D) disponibles localmente. Por ejemplo, el primer dispositivo inalámbrico puede admitir unas RAT de D2D que incluyen NFC, Bluetooth, Wi-Fi Direct y LTE Direct, aunque Wi-Fi Direct se puede excluir de las RAT de D2D disponibles localmente en caso de que el primer dispositivo inalámbrico determine que se ha desactivado una radio de wifi. En consecuencia, las RAT de D2D disponibles localmente que se determinan en el bloque 610 pueden depender en general de las RAT de D2D que se admiten en el primer dispositivo inalámbrico además de cualquier usuario, dispositivo y/o preferencias de operador aplicables (por ejemplo, un usuario puede definir una preferencia por evitar el uso de LTE Direct cuando otras RAT de D2D son posibles para evitar generar cargos por datos).

[0054] En diversos modos de realización, en el bloque 620, el primer dispositivo inalámbrico puede entablar comunicación con el dispositivo par de D2D objetivo por medio de la(s) RAT de D2D disponibles localmente y a continuación determinar si al menos una RAT de D2D disponible localmente ha logrado con éxito la conectividad con el dispositivo par de D2D objetivo en bloque 630. Por ejemplo, en diversos modos de realización, el primer dispositivo inalámbrico puede entablar comunicación con el dispositivo par de D2D objetivo por medio de cada RAT de D2D disponible localmente, lo que se puede hacer de forma consecutiva o en paralelo (por ejemplo, dependiendo de una configuración de fabricante de equipo original (OEM), una configuración basada en política y/u otros criterios adecuados). De forma alternativa, en diversos modos de realización, el primer dispositivo inalámbrico puede obtener una lista de prioridades que ordena las RAT de D2D disponibles localmente de acuerdo con la política, la prioridad y/u otros criterios. En dicho caso de uso, en el bloque 620, el primer dispositivo inalámbrico puede tratar de entablar comunicación secuencialmente con el dispositivo par de D2D objetivo por medio de las RAT de D2D disponibles localmente de acuerdo con la lista de prioridades ordenada y a continuación detenerse en la primera RAT de D2D de la lista de prioridades ordenada que logra con éxito la conectividad con el dispositivo par de D2D objetivo en el bloque 632. Por ejemplo, en cualquier caso, el primer dispositivo inalámbrico y el dispositivo par de D2D objetivo pueden admitir cada uno Wi-Fi Direct y LTE Direct, pero Wi-Fi Direct puede no lograr con éxito la conectividad en determinados casos de uso debido a limitaciones de propiedad (por ejemplo,

cuando el primer dispositivo inalámbrico y el dispositivo par de D2D objetivo están asociados con diferentes fabricantes). Así pues, como respuesta a la determinación de que la conectividad con el dispositivo par de D2D objetivo no se ha podido lograr en el bloque 630, el establecimiento del enlace de D2D entre el primer dispositivo inalámbrico y el dispositivo par de D2D objetivo puede fallar en el bloque 634. De forma alternativa, si al menos una RAT de D2D disponible localmente ha logrado con éxito la conectividad con el dispositivo par de D2D objetivo, los dispositivos pares de D2D potenciales pueden determinar a continuación si hay una o múltiples opciones de enlace de D2D disponibles en el bloque 640. Por ejemplo, cuando Wi-Fi Direct no ha logrado la conectividad (por ejemplo, debido a limitaciones de propiedad) y NFC y Bluetooth tampoco han logrado la conectividad (por ejemplo, debido a que el primer dispositivo inalámbrico y el dispositivo par de D2D objetivo no estaban suficientemente próximos), pero LTE Direct ha logrado con éxito la conectividad, los dispositivos pares de D2D potenciales pueden descubrir en el bloque 640 que la norma de LTE Direct controlada por el operador de red móvil (MNO) es la única opción de enlace de D2D disponible.

[0055] En consecuencia, como respuesta al descubrimiento en el bloque 640 de que solo una RAT de D2D ha logrado con éxito la conectividad, el primer dispositivo inalámbrico y el dispositivo par de D2D objetivo pueden establecer un enlace de D2D en el bloque 650 por medio de la única RAT de D2D compatible disponible. De forma alternativa, como respuesta al descubrimiento en el bloque 640 de que varias RAT de D2D han logrado con éxito la conectividad, el primer dispositivo inalámbrico y el dispositivo par de D2D objetivo pueden negociar una RAT de D2D compatible en el bloque 645 antes de establecer el enlace de D2D por medio de la RAT de D2D compatible negociada en el bloque 650. Por ejemplo, como respuesta a la determinación en el bloque 640 de que Bluetooth y LTE Direct han logrado con éxito la conectividad, el primer dispositivo inalámbrico puede indicar un enlace de Bluetooth en el bloque 645 si el enlace de D2D se establece para transferir un archivo que tiene un tamaño pequeño o, de forma alternativa, indicar un enlace de LTE Direct en el bloque 645 si el enlace de D2D se establece para transferir un archivo de gran tamaño. En otros ejemplos, como se describirá en mayor detalle a continuación con respecto a la FIG. 7, la negociación realizada en el bloque 645 se puede usar para seleccionar una RAT compatible que puede mitigar mejor los problemas de coexistencia dentro de dispositivo y/o de dispositivos cruzados. En cualquier caso, una vez que los dispositivos pares de D2D potenciales negocian la RAT de D2D compatible en el bloque 645, el primer dispositivo inalámbrico y el dispositivo par de D2D objetivo pueden establecer el enlace de D2D en el bloque 650 por medio de la RAT de D2D compatible negociada e intercambiar datos a través del enlace de D2D establecido.

[0056] De acuerdo con diversos aspectos, la FIG. 7 ilustra otra metodología 700 de ejemplo para negociar una mejor RAT para su uso al establecer una conexión de D2D entre dos dispositivos pares de una manera que puede mitigar los impactos de coexistencia dentro de dispositivo y de dispositivos cruzados, en la que la metodología 700 mostrada en la FIG. 7 puede corresponder en general a una negociación de ejemplo que se puede producir en el bloque 645 como se muestra en la FIG. 6. En la siguiente descripción, se puede suponer que los dos dispositivos pares comprenden un primer dispositivo inalámbrico que comprende una radio de WLAN que realiza operaciones de wifi a 2,4 GHz en el canal 6 hasta un primer punto de acceso, una radio de Bluetooth que realiza operaciones de Bluetooth y una radio de WWAN que realiza operaciones de LTE en la banda B40 además de un segundo dispositivo inalámbrico que comprende una radio de WLAN que realiza operaciones de wifi a 2,4 GHz en el canal 1 hasta un segundo punto de acceso, una radio de Bluetooth que realiza operaciones de Bluetooth y una radio de WWAN que realiza operaciones celulares de 3G. En ese contexto, los 2,4 GHz que el primer dispositivo inalámbrico y el segundo dispositivo inalámbrico usan para realizar las respectivas operaciones de wifi se pueden dividir en general en 14 canales que están separados por 5 MHz, comenzando por el canal 1 centrado en 2,412 GHz. En consecuencia, el primer dispositivo inalámbrico que realiza operaciones de wifi de 2,4 GHz en el canal 6 puede funcionar a una frecuencia central de 2,437 GHz, mientras que el segundo dispositivo inalámbrico que realiza operaciones de wifi de 2,4 GHz en el canal 1 puede funcionar a una frecuencia central de 2,412 GHz, y el primer dispositivo inalámbrico y el segundo dispositivo inalámbrico pueden tener cada uno unos parámetros de coexistencia multirradio elegidos para optimizar las operaciones locales.

[0057] En diversos modos de realización, en el bloque 710, el primer dispositivo inalámbrico y el segundo dispositivo inalámbrico pueden ejecutar cada uno un protocolo de coexistencia de D2D, que puede comprender seleccionar inicialmente una RAT de D2D compatible en el bloque 720. El primer y segundo dispositivos inalámbricos pueden realizar a continuación el descubrimiento de servicios para intercambiar estados de coexistencia de dispositivos y determinar mutuamente una mejor configuración asociada con la RAT de D2D actual en el bloque 730. Por ejemplo, suponiendo que la RAT de D2D seleccionada inicialmente sea Wi-Fi Direct, el primer y segundo dispositivos inalámbricos pueden determinar mutuamente que wifi a 5 GHz es mejor (por ejemplo, porque la banda de 5 GHz puede mitigar los problemas de coexistencia debido a que está relativamente alejada de otras radios). En ese contexto, diversas normas IEEE 802.11 añaden la posibilidad de una antena de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) para funcionar tanto en la banda de 2,4 GHz como en la banda de 5 GHz menos usada que puede funcionar a velocidades de transferencia de datos máximas más altas, en las que la característica de banda dual puede o no estar admitida en determinados dispositivos. Así pues, en el ejemplo mencionado anteriormente, en el que el primer y el segundo dispositivos inalámbricos determinan mutuamente que wifi a 5 GHz es mejor, el descubrimiento de servicios realizado entre el primer y el segundo dispositivos inalámbricos puede revelar que ambos dispositivos inalámbricos admiten la función de banda dual que permite que los dispositivos inalámbricos realicen operaciones de wifi en la banda de 5 GHz. En consecuencia, en diversos

modos de realización, el primer y segundo dispositivos inalámbricos pueden determinar si la mejor configuración de RAT de D2D está disponible en el bloque 740, lo que puede depender de si ambos dispositivos pueden admitir la mejor configuración de RAT de D2D, si la mejor configuración RAT de D2D causa impactos de coexistencia dentro de dispositivo y/o de dispositivos cruzados en cualquier dispositivo inalámbrico, y/u otros factores. En diversos modos de realización, como respuesta a la determinación por el primer y el segundo dispositivos inalámbricos de que la mejor configuración de RAT de D2D está disponible, el primer y el segundo dispositivos inalámbricos pueden seleccionar a continuación la RAT de D2D actual y establecer una conexión de D2D de acuerdo con la mejor configuración asociada con los mismos en el bloque 745.

[0058] De forma alternativa, como respuesta a la determinación por el primer y el segundo dispositivos inalámbricos de que la mejor configuración de RAT de D2D no está disponible (por ejemplo, cuando los dispositivos inalámbricos están obligados a usar wifi de 2,4 GHz porque el wifi de 5 GHz no está admitido), el primer y el segundo dispositivos inalámbricos a continuación pueden determinar mutuamente una configuración modificada asociada con la RAT de D2D actual para mitigar mejor los impactos de coexistencia dentro de dispositivo y/o de dispositivos cruzados y ajustar como corresponda las respectivas configuraciones multirradio asociadas con los mismos en el bloque 750. Por ejemplo, la configuración modificada puede comprender una determinación mutua de que la mejor configuración modificada es (i) seleccionar el canal de wifi 11 que causa el menor impacto de coexistencia dentro de dispositivo y/o de dispositivos cruzados en las operaciones de LTE que el primer dispositivo inalámbrico realiza en la banda B40, (ii) ordenar al primer dispositivo inalámbrico que reduzca la potencia de transmisión para reducir la potencia de transmisión de wifi al segundo dispositivo inalámbrico en un determinado número de decibelios (dB), y (iii) ordenar a una radio de Bluetooth que ajuste como corresponda los patrones de salto de frecuencia adaptativo (AFH). En diversos modos de realización, el primer y el segundo dispositivos inalámbricos pueden determinar a continuación si la configuración multirradio modificada (ajustada) mitiga suficientemente cualquier impacto de coexistencia dentro de dispositivo y/o de dispositivos cruzados en la RAT de D2D actual, en cuyo caso el primer y segundo dispositivos inalámbricos pueden seleccionar a continuación la RAT de D2D actual y establecer una conexión de D2D de acuerdo con la configuración multirradio modificada en el bloque 765. De lo contrario, si la configuración multirradio modificada no mitiga suficientemente los impactos de coexistencia dentro de dispositivo y/o de dispositivos cruzados en la RAT de D2D actual, el primer y el segundo dispositivos inalámbricos pueden determinar si hay cualquier otra opción de enlace de D2D compatible disponible en el bloque 770. En caso afirmativo, la metodología 700 puede volver al bloque 720 y el primer y el segundo dispositivos inalámbricos pueden tratar de establecer una conexión de D2D en la siguiente RAT de D2D compatible de una manera sustancialmente similar a la descrita anteriormente hasta encontrar una RAT de D2D que cumpla correctamente con los requisitos de rendimiento y de coexistencia dentro de dispositivo y de dispositivos cruzados, o como alternativa, la negociación de RAT de D2D compatible puede fallar en el bloque 780 si el primer y el segundo dispositivos inalámbricos agotan todas las opciones de RAT de D2D compatibles sin encontrar al menos una RAT de D2D compatible que cumpla correctamente los requisitos de rendimiento y de coexistencia dentro de dispositivo y de dispositivos cruzados.

[0059] De acuerdo con diversos aspectos, la FIG. 8 ilustra un diagrama de bloques que puede corresponder a dos dispositivos pares que pueden entablar comunicaciones de D2D. En la siguiente descripción, la FIG. 8 se explicará en un contexto en el que un primer dispositivo par 810 transmite datos a un segundo dispositivo par 850 a través de una conexión de D2D y el segundo dispositivo par 850 recibe los datos transmitidos desde el primer dispositivo par 810 a través de la conexión de D2D. Sin embargo, los expertos en la técnica apreciarán que las funciones de transmisión y recepción también se pueden invertir, en la medida en que el segundo dispositivo par 850 puede transmitir datos al primer dispositivo par 810 a través de la conexión de D2D y el primer dispositivo par 810 puede recibir datos transmitidos desde el segundo dispositivo par 850 a través de la conexión de D2D sustancialmente de la misma manera. En consecuencia, en el ejemplo mostrado en la FIG. 8, tanto el primer dispositivo par 810 como el segundo dispositivo par 850 pueden tener un transceptor que incluye un sistema transmisor y un sistema receptor. En el primer dispositivo par 810, se proporcionan datos de tráfico para un número de flujos de datos desde una fuente de datos 812 hasta un procesador de datos de transmisión (TX) 814.

[0060] Un sistema de MIMO emplea múltiples antenas de transmisión (NT) y múltiples antenas de recepción (NR) para la transmisión de datos. Un canal de MIMO formado por las NT antenas de transmisión y las NR antenas de recepción se puede descomponer en NS canales independientes, que también se denominan canales espaciales, donde NS es menor o igual a $\min\{NT, NR\}$. Cada uno de los NS canales independientes corresponde a una dimensión. El sistema de MIMO puede proporcionar mejores resultados (por ejemplo, un mayor rendimiento y/o una mayor fiabilidad) si se utilizan las dimensionalidades adicionales creadas por las múltiples antenas de transmisión y recepción.

[0061] Un sistema de MIMO admite sistemas de duplexado por división de tiempo (TDD) y duplexado por división de frecuencia (FDD). En un sistema de 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 dispositivo par que transmite extraer una ganancia de conformación de haces de transmisión en el enlace descendente cuando hay múltiples antenas disponibles en el dispositivo par que transmite. En un aspecto, cada flujo de datos se transmite a través de una antena de transmisión respectiva. El procesador de datos de TX 814 formatea, codifica e intercala los datos

de tráfico para cada flujo de datos en base a un sistema de codificación en particular seleccionado para ese flujo de datos para proporcionar datos codificados. Los datos codificados para cada flujo de datos se pueden multiplexar con datos piloto usando técnicas de OFDM. Los datos piloto son un patrón de datos conocido que se procesa de manera conocida y que se puede usar 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 correlacionan con símbolos) en base a un sistema de modulación en particular (por ejemplo, BPSK, QPSK, M-PSK o M-QAM) seleccionado para ese flujo de datos para proporcionar símbolos de modulación. La velocidad de transferencia de datos, la codificación y la modulación para cada flujo de datos se puede determinar mediante instrucciones realizadas por un procesador 830 que funciona con una memoria 832.

[0062] Los símbolos de modulación para los flujos de datos respectivos se proporcionan a continuación a un procesador de MIMO de TX 820, que puede procesar todavía más los símbolos de modulación (por ejemplo, para OFDM). El procesador de MIMO de TX 820 proporciona a continuación NT flujos de símbolos de modulación a NT transmisores (TMTR) 822a a 822t. En determinados aspectos, el procesador de MIMO de TX 820 aplica ponderaciones de conformación de haces a los símbolos de los flujos de datos y a la antena desde la cual se transmite el símbolo.

[0063] Cada transmisor 822 recibe y procesa un respectivo flujo de símbolos para proporcionar una o más señales analógicas, y acondiciona más (por ejemplo, amplifica, filtra y eleva en frecuencia) las señales analógicas para proporcionar una señal modulada adecuada para su transmisión a través del canal de MIMO. Las NT señales moduladas de los transmisores 822a a 822t se transmiten a continuación desde NT antenas 824a a 824t, respectivamente.

[0064] En el dispositivo par que recibe 850, NR antenas 852a a 852r reciben las señales moduladas transmitidas, y la señal recibida desde cada antena 852 se proporciona a un receptor respectivo (RCVR) 854a a 854r. Cada receptor 854 acondiciona (por ejemplo, filtra, amplifica y reduce en frecuencia) una señal recibida respectiva, digitaliza la señal acondicionada para proporcionar muestras y procesa todavía más las muestras para proporcionar un flujo de símbolos "recibido" correspondiente. A continuación, un procesador de datos de RX 860 recibe y procesa los NR flujos de símbolos recibidos desde NR receptores 854 en base a una técnica de procesamiento de receptor en particular para proporcionar NT flujos de símbolos "detectados". A continuación, el procesador de datos de RX 860 desmodula, desintercala y descodifica cada flujo de símbolos detectado para recuperar los datos de tráfico para el flujo de datos. El procesamiento por el procesador de datos de RX 860 es complementario al procesamiento realizado por el procesador de MIMO de TX 820 y el procesador de datos de TX 814 en el primer dispositivo par 810.

[0065] Un procesador 870 (que funciona con una memoria 872) determina periódicamente qué matriz de precodificación va a usar (análisis a continuación). El procesador 870 formula un mensaje de enlace ascendente que tiene una parte de índice de matriz y una parte de valor de rango.

[0066] El mensaje de enlace ascendente puede incluir diversos tipos de información con 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 de TX 838, que también recibe datos de tráfico para un número de flujos de datos desde una fuente de datos 836, se modula mediante un modulador 880, se acondiciona mediante los transmisores 854a a 854r y se transmite de vuelta al primer dispositivo par 810. En el primer dispositivo par 810, las señales moduladas del sistema de receptor 850 se reciben mediante unas antenas 824, se acondicionan mediante unos receptores 822, se desmodulan mediante un desmodulador 840 y se procesan mediante un procesador de datos de RX 842 para extraer el mensaje de enlace ascendente transmitido por el sistema receptor 850. A continuación, el procesador 830 determina qué matriz de precodificación va a usar para determinar las ponderaciones de conformación de haces y, a continuación, procesa el mensaje extraído.

[0067] Los expertos en la técnica apreciarán que la información y las señales se pueden representar usando cualquiera de una variedad de tecnologías y técnicas diferentes. Por ejemplo, los datos, las instrucciones, los mandatos, la información, las señales, los bits, los símbolos y los chips que se pueden haber mencionado a lo largo de la descripción anterior se pueden representar mediante tensiones, corrientes, ondas electromagnéticas, campos o partículas magnéticos, campos o partículas ópticos, o cualquier combinación de los mismos.

[0068] Además, los expertos en la técnica apreciarán que los diversos bloques lógicos, módulos, circuitos y etapas de algoritmo ilustrativos descritos en relación con los aspectos divulgados en el presente documento se pueden implementar como hardware electrónico, software informático o combinaciones de ambos. Para ilustrar claramente esta intercambiabilidad de hardware y software, anteriormente se han descrito en general diversos componentes, bloques, módulos, circuitos y etapas ilustrativas desde el punto de vista de su funcionalidad. Que dicha funcionalidad se implemente como hardware o software depende de la aplicación y las restricciones de diseño en particular impuestas al sistema global. Los expertos en la técnica pueden implementar la funcionalidad descrita de diversas maneras para cada aplicación en particular, pero no se debe interpretar que dichas decisiones de implementación se aparten del alcance de la presente divulgación.

[0069] Los diversos bloques lógicos, módulos y circuitos ilustrativos descritos en relación con los aspectos divulgados en el presente documento se pueden implementar o realizar 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 puertas o de transistores discretos, componentes de hardware discretos o con cualquier combinación de los mismos diseñada para realizar las funciones descritas en el presente documento. Un procesador de propósito general puede ser un microprocesador pero, como alternativa, el procesador puede ser cualquier procesador, controlador, microcontrolador o máquina de estados convencional. Un procesador también se puede implementar 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).

[0070] Los procedimientos, las secuencias y/o los algoritmos descritos en relación con los aspectos divulgados en el presente documento se pueden incorporar directamente en hardware, en un módulo de software ejecutado por un procesador o en una combinación de ambos. Un módulo de software puede residir en una RAM, una memoria *flash*, una ROM, una EPROM, una EEPROM, unos 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 ejemplar está acoplado al procesador de modo que el procesador puede 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 dispositivo inalámbrico (por ejemplo, un dispositivo de IoT). De forma alternativa, el procesador y el medio de almacenamiento pueden residir como componentes discretos en un terminal de usuario.

[0071] En uno o más aspectos ejemplares, las funciones descritas se pueden implementar en hardware, software, firmware o cualquier combinación de los mismos. Si se implementan en software, las funciones se pueden almacenar en, o transmitir por, un medio legible por ordenador como una o más instrucciones o código. Los medios legibles por ordenador incluyen tanto medios de almacenamiento informático como medios de comunicación incluyendo cualquier medio que facilita la transferencia de un programa informático de un lugar a otro. Un medio de almacenamiento puede ser cualquier medio disponible al que se puede acceder mediante un ordenador. A modo de ejemplo y no de limitación, dichos medios legibles por ordenador pueden comprender RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM u otros dispositivos de almacenamiento en disco óptico, de almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que se puede usar para transportar o almacenar un código de programa deseado en forma de instrucciones o estructuras de datos y al que se pueda acceder mediante un ordenador. Asimismo, cualquier conexión recibe apropiadamente la denominación de medio legible por ordenador. Por ejemplo, si el software se transmite desde un sitio web, un servidor u otra fuente remota usando un cable coaxial, un cable de fibra óptica, un par trenzado, una DSL o unas tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas, entonces el cable coaxial, el cable de fibra óptica, el par trenzado, la DSL o las tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas están incluidos en la definición de medio. El término disco, como se usa en el presente documento, incluye CD, disco láser, disco óptico, DVD, disco flexible y disco Blu-ray, donde los discos flexibles normalmente reproducen datos magnética y/u ópticamente con láseres. Las combinaciones de los anteriores también se deben incluir dentro del alcance de los medios legibles por ordenador.

[0072] Aunque la divulgación anterior muestra aspectos ilustrativos de la divulgación, cabe destacar que se pueden realizar diversos cambios y modificaciones en el presente documento sin apartarse del alcance de la divulgación definido en las reivindicaciones adjuntas. Las funciones, etapas y/o acciones de las reivindicaciones de procedimiento de acuerdo con los aspectos de la divulgación descritos en el presente documento no necesitan realizarse en ningún orden en particular. Además, aunque los elementos de la divulgación se pueden describir o reivindicar en singular, se contempla el plural a menos que se indique explícitamente la limitación al singular.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para seleccionar una tecnología de acceso por radio (RAT) para su uso en una conexión de dispositivo a dispositivo (D2D), que comprende:

solicitar, por un primer dispositivo inalámbrico, una configuración de radio de un segundo dispositivo inalámbrico, en el que la configuración de radio solicitada comprende una o más capacidades de radio asociadas con el segundo dispositivo inalámbrico;

recibir, en el primer dispositivo inalámbrico, la una o más capacidades de radio desde el segundo dispositivo inalámbrico; **caracterizado por:**

negociar una o más RAT compatibles disponibles para su uso en una conexión de D2D entre el primer dispositivo inalámbrico y el segundo dispositivo inalámbrico de acuerdo con al menos un estado de coexistencia multirradio y la una o más capacidades de radio recibidas desde el segundo dispositivo inalámbrico, en el que el estado de coexistencia multirradio comprende uno o más de un estado de coexistencia dentro de dispositivo relacionado con una interferencia entre múltiples radios en el primer dispositivo inalámbrico o un estado de coexistencia de dispositivos cruzados relacionado con la interferencia entre al menos una radio en el primer dispositivo inalámbrico y al menos una radio en el segundo dispositivo inalámbrico; y

establecer una o más conexiones de D2D entre el primer dispositivo inalámbrico y el segundo dispositivo inalámbrico usando la una o más RAT compatibles negociadas.

2. El procedimiento mencionado en la reivindicación 1, en el que negociar la una o más RAT compatibles comprende además:

determinar que al menos una de las RAT compatibles causa interferencia dentro de dispositivo en uno o más del primer dispositivo inalámbrico o el segundo dispositivo inalámbrico en base al estado de coexistencia multirradio;

negociar una configuración modificada asociada con la al menos una RAT compatible para mitigar la interferencia dentro de dispositivo; y

ajustar una configuración multirradio en el primer dispositivo inalámbrico de acuerdo con la configuración modificada negociada asociada con la al menos una RAT compatible.

3. El procedimiento mencionado en la reivindicación 2, en el que el segundo dispositivo inalámbrico está configurado para ajustar la configuración de radio asociada con el mismo de acuerdo con la configuración modificada.

4. El procedimiento mencionado en la reivindicación 1, en el que negociar la una o más RAT compatibles comprende además:

determinar que al menos una de las RAT compatibles causa interferencia de dispositivos cruzados en uno o más del primer dispositivo inalámbrico o el segundo dispositivo inalámbrico en base al estado de coexistencia multirradio;

negociar una configuración modificada asociada con la al menos una RAT compatible para mitigar la interferencia de dispositivos cruzados; y

ajustar una configuración multirradio en el primer dispositivo inalámbrico de acuerdo con la configuración modificada negociada asociada con la al menos una RAT compatible.

5. El procedimiento mencionado en la reivindicación 4, en el que el segundo dispositivo inalámbrico está configurado para ajustar la configuración de radio asociada con el mismo de acuerdo con la configuración modificada.

6. El procedimiento mencionado en la reivindicación 1, en el que negociar la una o más RAT compatibles comprende además:

determinar que una RAT compatible está disponible para su uso en la conexión de D2D entre el primer dispositivo inalámbrico y el segundo dispositivo inalámbrico, en el que la una o más conexiones de D2D entre el primer dispositivo inalámbrico y el segundo dispositivo inalámbrico comprenden una conexión de D2D establecida de acuerdo con la una RAT compatible.

7. El procedimiento mencionado en la reivindicación 1, en el que negociar la una o más RAT compatibles comprende además:

determinar que múltiples RAT compatibles están disponibles para su uso en la conexión de D2D entre el primer dispositivo inalámbrico y el segundo dispositivo inalámbrico; y

seleccionar una o más de las múltiples RAT compatibles para cumplir con un requisito de rendimiento asociado con la conexión de D2D.

8. El procedimiento mencionado en la reivindicación 7, que comprende además:

obtener una lista de prioridades que ordena las múltiples RAT compatibles de acuerdo con una o más políticas que están basadas en una o más de una preferencia de usuario, un estado de dispositivo o una preferencia de operador de red móvil, en el que la una o más de las múltiples RAT compatibles se seleccionan además de acuerdo con la lista de prioridades obtenida.

9. El procedimiento mencionado en la reivindicación 1, en el que la una o más RAT compatibles se negocian de acuerdo con una o más políticas que están basadas en uno o más de una preferencia de usuario, un estado de dispositivo o una preferencia de operador de red móvil.

10. El procedimiento mencionado en la reivindicación 1, en el que la una o más RAT compatibles comprenden una o más de LTE Direct, Wi-Fi Direct, Bluetooth, o una comunicación de campo cercano.

11. Un dispositivo inalámbrico, que comprende:

múltiples radios que admiten una tecnología de acceso por radio (RAT) diferente cada una;

un transmisor configurado para transmitir una petición a un dispositivo inalámbrico par objetivo;

un receptor configurado para recibir una o más capacidades de radio asociadas con el dispositivo inalámbrico par objetivo como respuesta a la petición transmitida; y **caracterizado por:**

uno o más procesadores configurados para:

determinar un estado de coexistencia multirradio, en el que el estado de coexistencia multirradio comprende uno o más de un estado de coexistencia dentro de dispositivo relacionado con una interferencia entre las múltiples radios o un estado de coexistencia de dispositivos cruzados relacionado con una interferencia entre al menos una de las múltiples radios y al menos una radio en el dispositivo inalámbrico par objetivo;

negociar una o más RAT compatibles disponibles para su uso en una conexión de dispositivo a dispositivo (D2D) entre el dispositivo inalámbrico y el dispositivo inalámbrico par objetivo de acuerdo con el estado de coexistencia multirradio y la una o más capacidades de radio asociadas con el dispositivo inalámbrico par objetivo; y

establecer una o más conexiones de D2D entre el dispositivo inalámbrico y el dispositivo inalámbrico par objetivo usando la una o más RAT compatibles negociadas.

12. Un medio de almacenamiento legible por ordenador que tiene instrucciones ejecutables por ordenador grabadas en el mismo, en el que ejecutar las instrucciones ejecutables por ordenador en un dispositivo inalámbrico que tiene uno o más procesadores hace que uno o más procesadores:

soliciten una configuración de radio a un dispositivo inalámbrico par objetivo, en el que la configuración de radio solicitada comprende una o más capacidades de radio asociadas con el dispositivo inalámbrico par objetivo;

reciban la una o más capacidades de radio desde el dispositivo inalámbrico par objetivo; **caracterizado por:**

negociar una o más tecnologías de acceso por radio (RAT) compatibles disponibles para su uso en una conexión de dispositivo a dispositivo (D2D) con el dispositivo inalámbrico par objetivo de acuerdo con al menos el un estado de coexistencia multirradio y la una o más capacidades de radio recibidas desde el dispositivo inalámbrico par objetivo, en el que el estado de coexistencia multirradio comprende uno o más de un estado de coexistencia dentro de dispositivo relacionado con una interferencia entre múltiples radios en el dispositivo inalámbrico o un estado de

coexistencia de dispositivos cruzados relacionado con una interferencia entre al menos una radio en el dispositivo inalámbrico y al menos una radio en el dispositivo inalámbrico par objetivo; y

5

establecer una o más conexiones de D2D con el dispositivo inalámbrico par objetivo usando la una o más RAT compatibles negociadas.

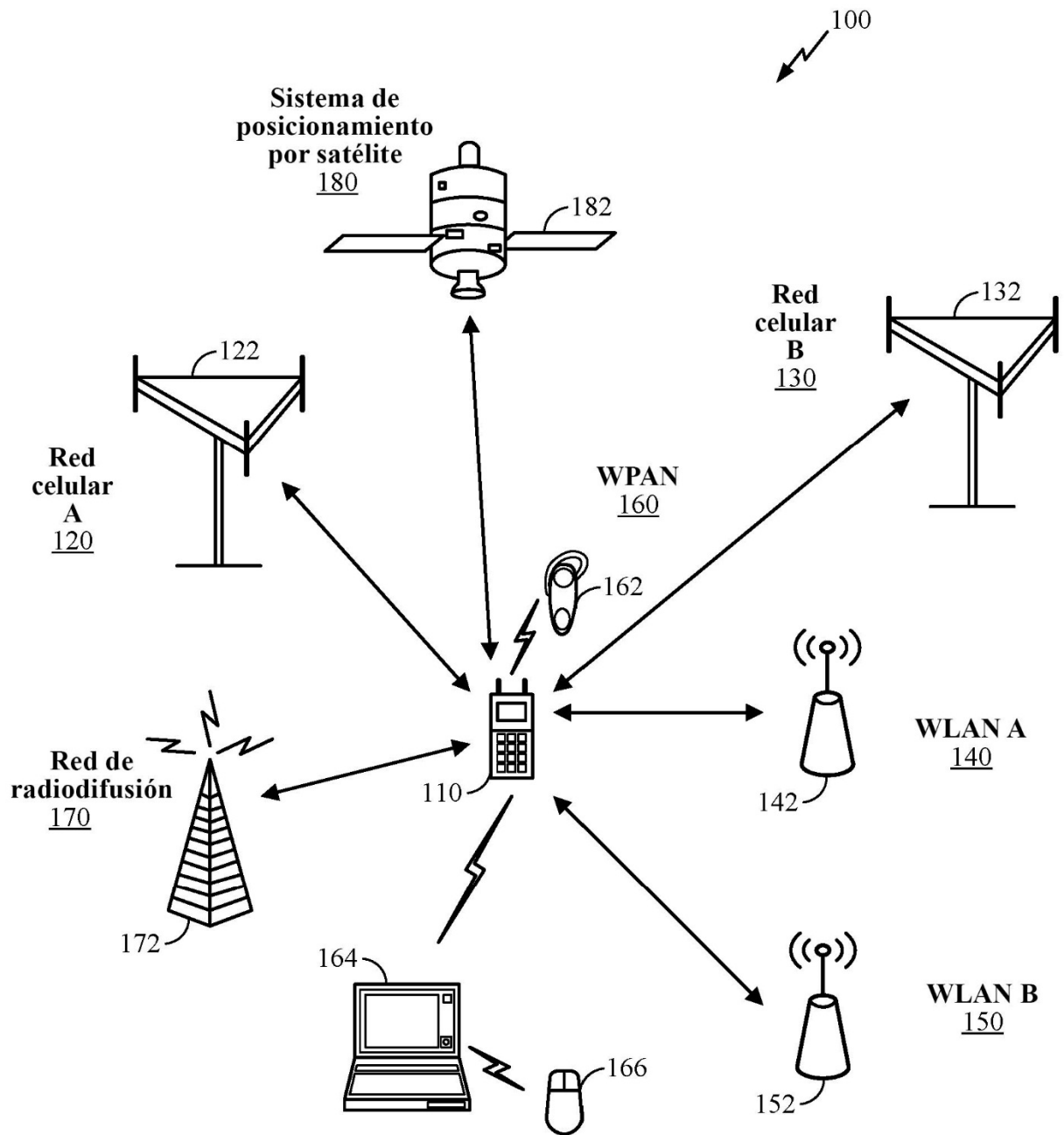


FIG. 1

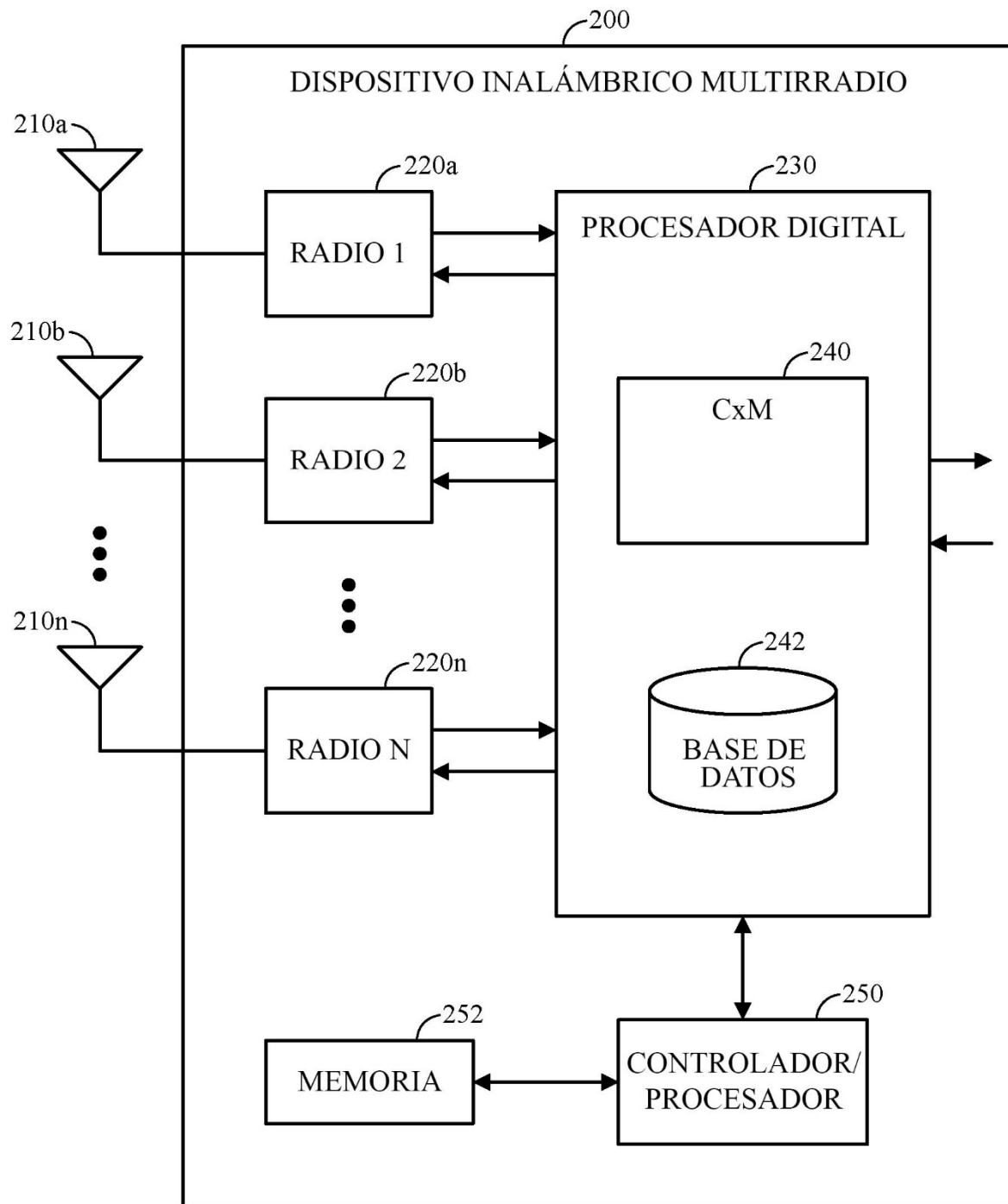


FIG. 2

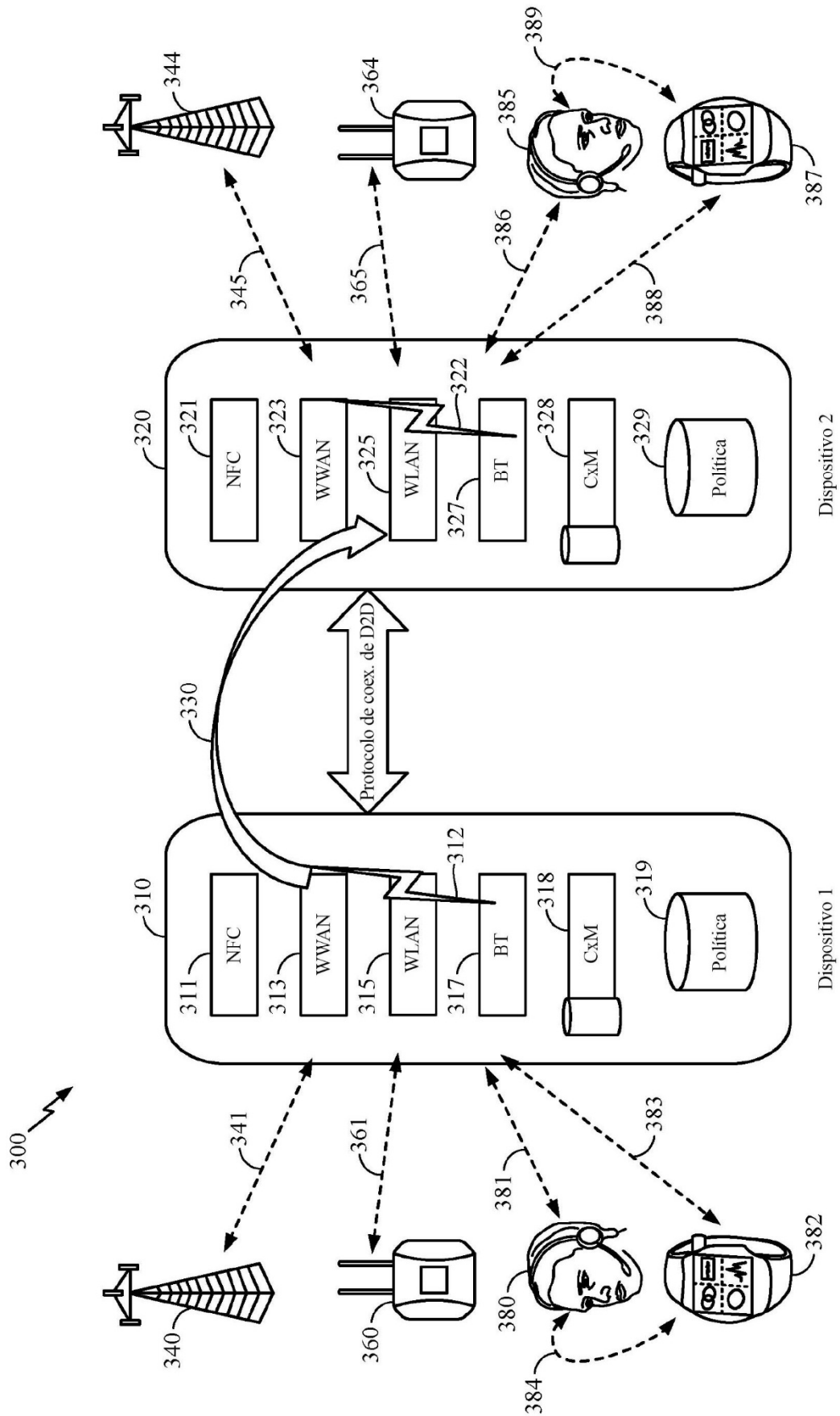


FIG. 3

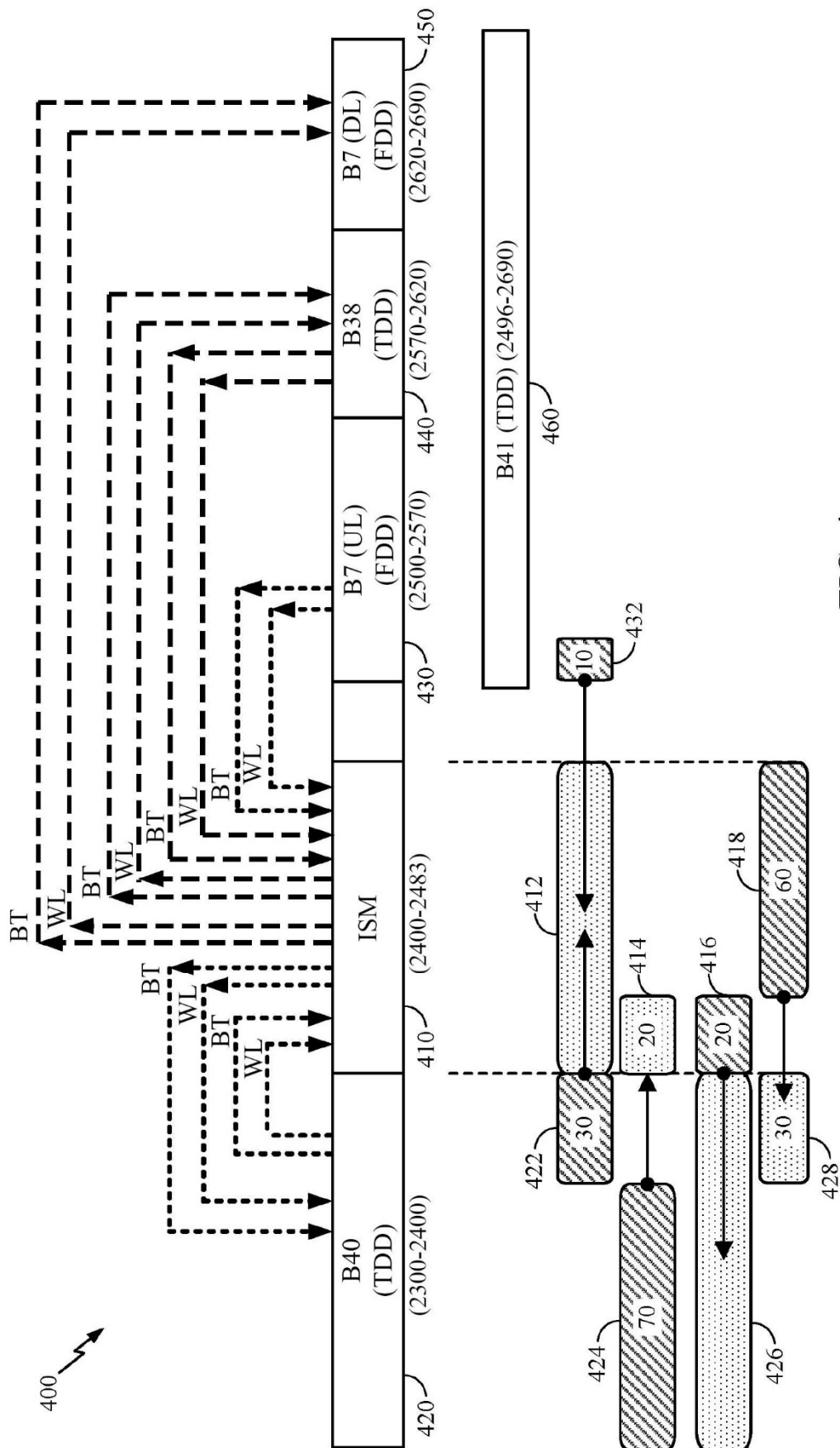


FIG. 4

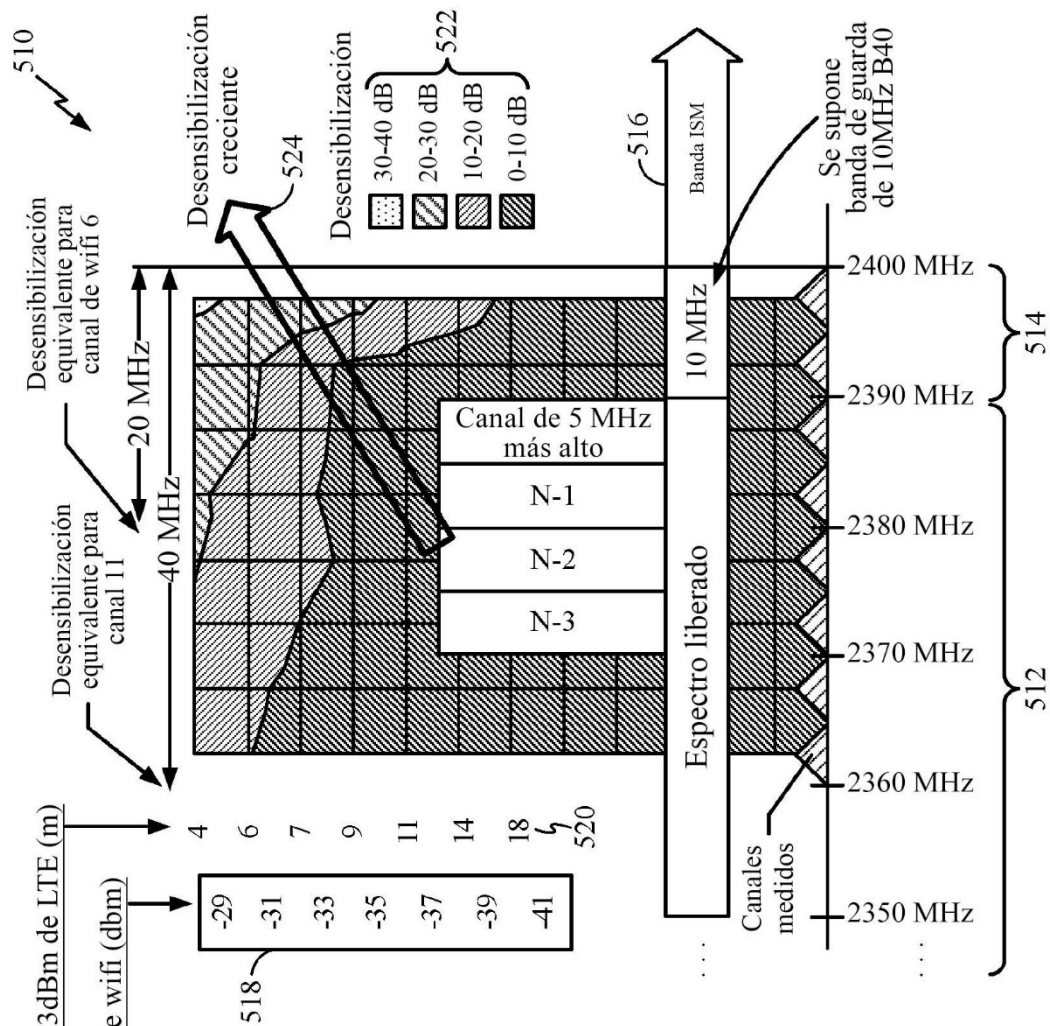
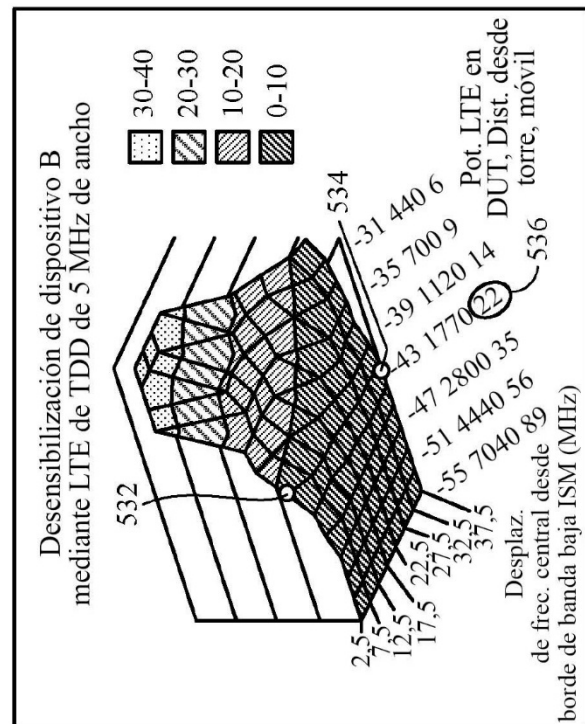


FIG. 5



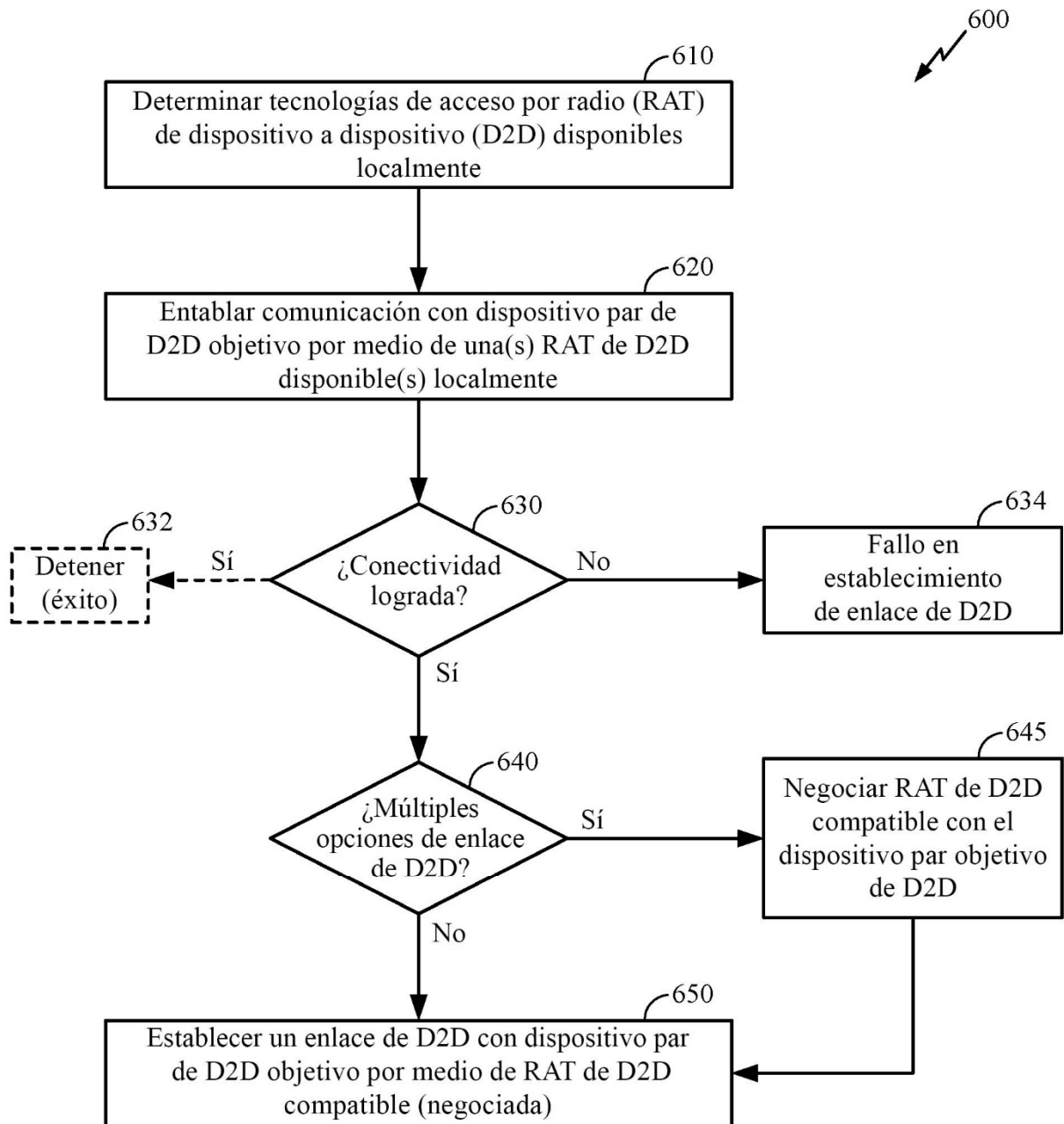


FIG. 6

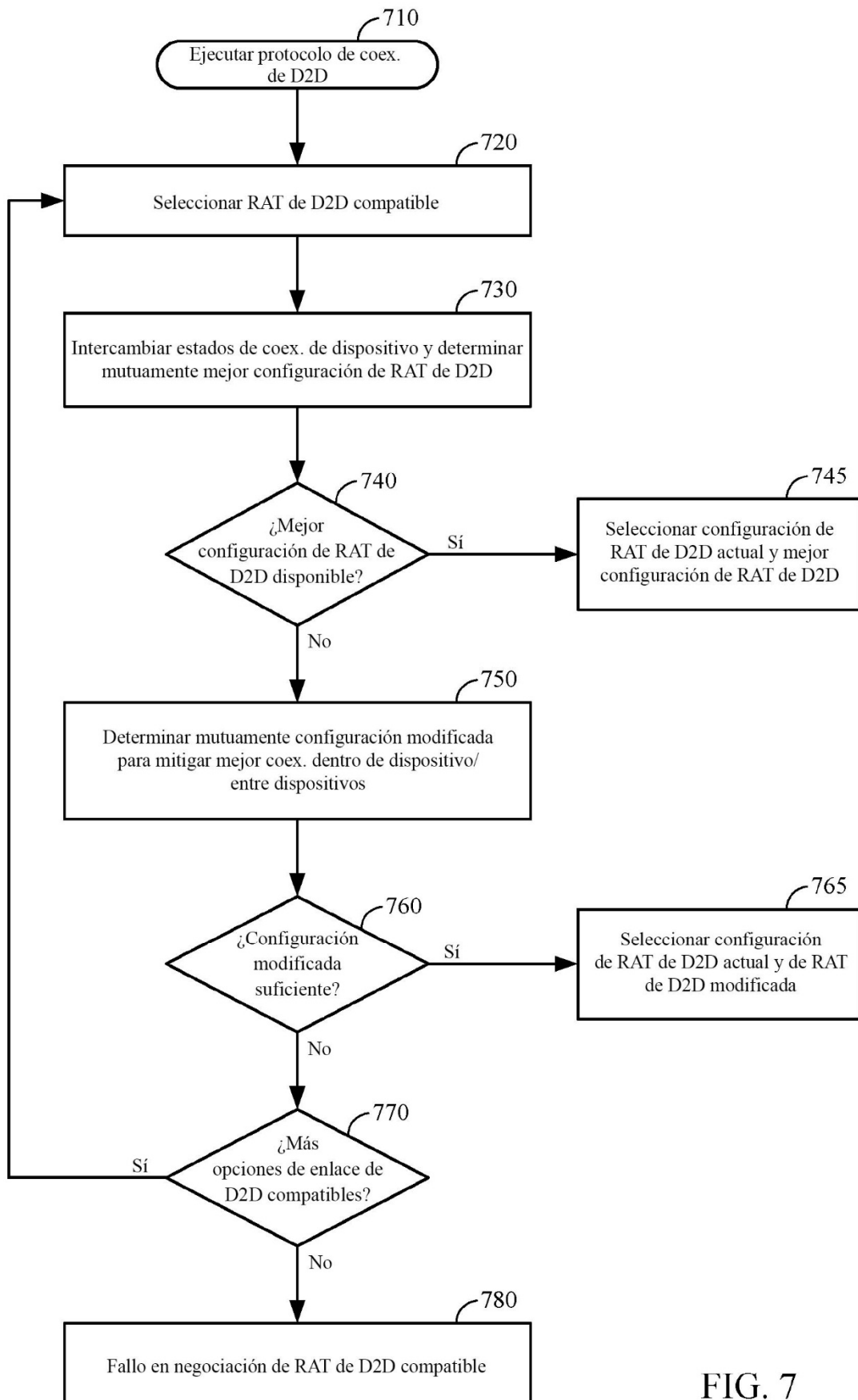


FIG. 7

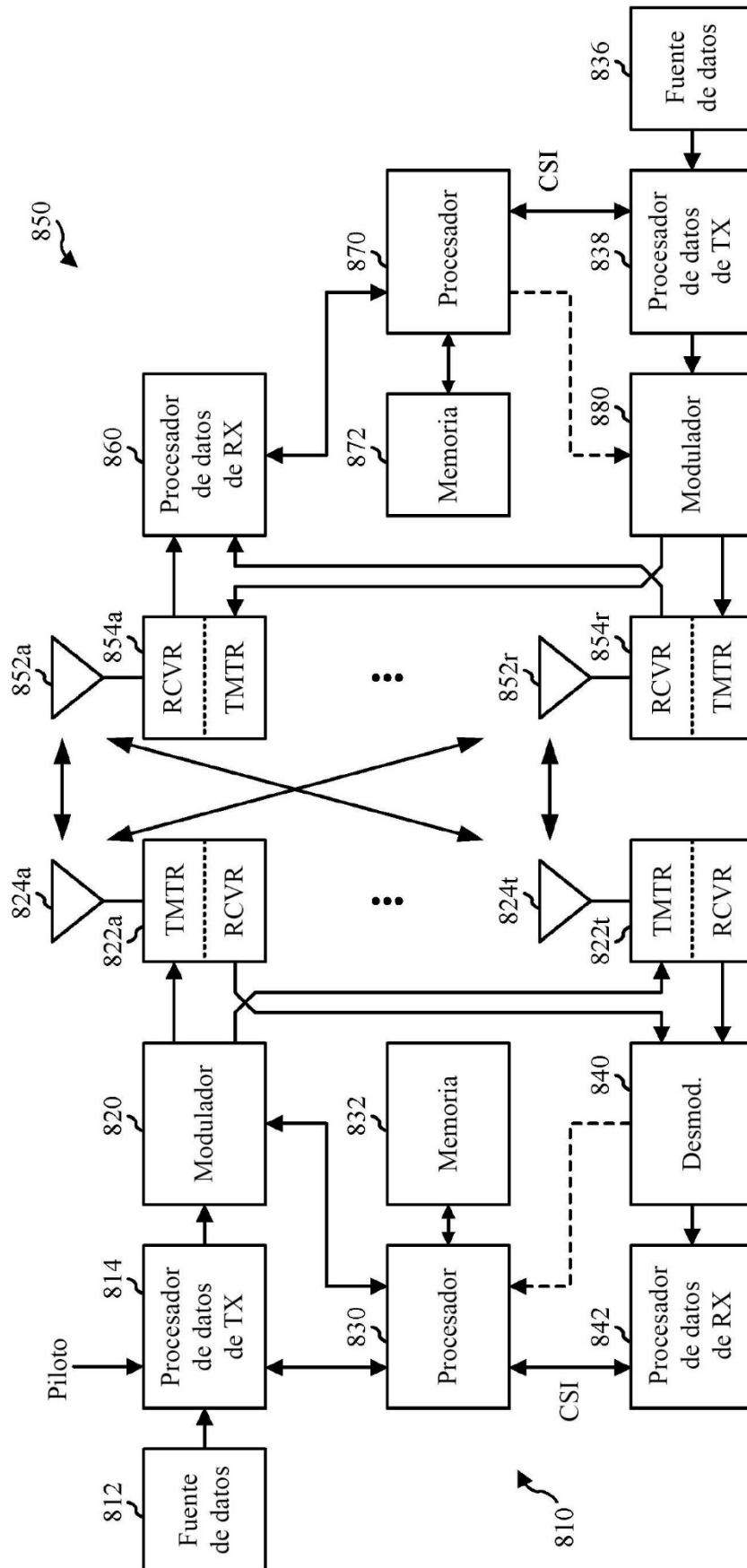


FIG. 8