

SEÑALIZACIÓN DE CAPACIDAD DE BANDA BASE DE UE

CAMPO DE LA TÉCNICA

Realizaciones particulares se dirigen a comunicaciones inalámbricas y, más particularmente, a la información de capacidad de señalización de equipo de usuario (UE) para combinaciones de bandas y capacidades de banda base a la red.

PRESENTACIÓN

El Proyecto de Alianzas de Tercera Generación (3GPP), quinta generación (5G), incluye una interfaz de nueva radio (frecuentemente denominada NR). En la presente, los términos 5G y NR pueden usarse indistintamente. Resultará evidente a partir del contexto si el término se refiere específicamente a la interfaz de radio NR o si los términos se refieren a los conceptos arquitectónicos más amplios de 5G.

Una interacción entre un equipo de usuario (UE) (también denominado microteléfono, dispositivo, estación móvil, etc.) y la red (tal como una estación base o nodo de control en la infraestructura) es un intercambio de mensajes referidos a las capacidades del UE. El propósito de la señalización es para que el UE informe a la red acerca de características y combinaciones de características que soporta un UE. La red puede usar la información para configurar el UE para llevar a cabo funciones o combinaciones de funciones, dentro de las capacidades del UE.

Cuanto más conoce la red acerca de las capacidades y limitaciones del UE, mejor puede la red usar el rendimiento del UE particular para suministrar el mejor rendimiento posible al usuario. Por lo tanto, el UE frecuentemente informa sus capacidades a la red al comienzo de una sesión o conexión, y la red entonces conoce lo que puede hacer el UE a lo largo de toda la sesión o conexión. Frecuentemente, una solicitud de la red desencadena el informe de capacidades proveniente del UE. Un ejemplo se ilustra en la Figura 1.

La Figura 1 es un diagrama de secuencia que ilustra un ejemplo de una información de capacidad de señalización de un equipo de usuario (UE) a la red. El nodo de red 20 envía un mensaje *UECapabilityEnquiry* al UE 10, y el UE 10 responde con un mensaje *UECapabilityInformation*. De ser necesario, el procedimiento también puede usarse a lo largo de toda una conexión. El lado de

la red que recibe el mensaje *UECapabilityInformation* puede ser una estación base de radio tal como una eNB en evolución a largo plazo (LTE), un gNB en NR u otro nodo en la infraestructura, tal como un nodo de red principal.

La LTE (también conocida como “red de acceso de radio terrestre UMTS evolucionado” [EUTRAN]) incluye la transferencia de capacidades del UE. La transferencia de capacidades de UE en LTE, sin embargo, se ha vuelto más bien complicada. La solución LTE da lugar a mensajes grandes, porque la solución proporcionada en las especificaciones LTE se basa en un principio donde el UE envía información detallada acerca de las combinaciones de características que puede soportar el UE en bandas y combinaciones de bandas específicas.

Aunque, por una parte, es bueno tener información detallada en la red acerca de las capacidades precisas del UE, la solución LTE versátil ha dado lugar a mensajes muy grandes. La particular solución también da lugar a la necesidad de mantener grandes conjuntos o tablas de información en la red para entender lo que el UE es capaz de llevar a cabo.

Una meta de cualquier solución de capacidad del UE es especificar un conjunto amplio/completo de capacidades del UE según el cual eNB puede determinar inequívocamente las características soportadas por un UE particular. La capacidad de prueba también es una ventaja clave de los sistemas 3GPP. La práctica establecida de que los proveedores de UE indican soporte para una característica solo después de haberla probado con éxito con al menos dos redes condujo a sistemas estables y debe continuarse de esta manera.

Otro paradigma de la transferencia de capacidad y las subsiguientes configuraciones es que la red debe configurar el UE de acuerdo con las capacidades indicadas. Si la red intenta aplicar una configuración para la cual el UE no tiene soporte indicado, el UE puede (y probablemente vaya a) rechazar la configuración. Por otra parte, si un mensaje *RRCConnectionReconfiguration*, que se usa para configurar el UE, es compatible con las capacidades del UE, el UE no debe rechazarlo.

Después de transmitir las capacidades a la red, las capacidades del UE pueden almacenarse en la red para uso futuro. En una solución, las capacidades también se almacenan en la red principal, tal como una MME (entidad de gestión de movilidad), si el UE pasa a Idle (inactivo), es decir, después de que la sesión o conexión se termina. En E-UTRA, el eNB intenta obtener las capacidades para

un UE en conexión desde la MME. Si la MME no ha almacenado las capacidades del UE, el eNB las obtiene desde el UE. Aunque esto reduce la señalización con respecto a la interfaz de radio durante (la mayoría/muchos) establecimientos de conexión, de todas maneras, requiere mucho almacenamiento y transmisión en la red de acceso de radio (RAN) y la red principal (CN). El nodo puede ser un nodo diferente de una MME, siempre que sea capaz de almacenar las capacidades del UE para uso futuro.

Conforme se describe arriba, uno de los problemas de la solución de capacidad del LTE UE proviene de la señalización explícita para el soporte de bandas y combinaciones de bandas junto con las correspondientes capacidades de la banda base. En la presente, el término “capacidades de la banda base” puede referirse a ciertas capacidades del UE que no se refieren directamente o necesariamente a cualquier banda o frecuencia portadora. Tales capacidades incluyen, por ejemplo, información acerca de si el UE soporta el procesamiento de múltiples capas a través del uso de múltiples antenas, generalmente denominadas MIMO o antenas MIMO. Para un UE, esto requiere más procesamiento para soportar, p. ej., 8 capas sobre 4 capas, o 4 capas sobre 2 capas. Este procesamiento no depende necesariamente del hecho que la frecuencia portadora f_1 o f_2 esté en uso.

Características similares incluyen, por ejemplo, NAICS (cancelación y suspensión de interferencia asistida por la red), que también es una característica que requiere una significativa potencia de procesamiento para reducir la interferencia proveniente de otras señales de transmisión en la señal destinada para el equipo de usuario particular. También, NAICS es, al menos en parte, independiente de la frecuencia portadora que el UE usa actualmente para recibir (y transmitir). CSI (Información del estado del canal) es otra característica intensiva para el procesamiento en donde el UE mide y estima el carácter y la calidad de canales de enlace descendente según diversos símbolos o señales de referencia enviados por la red. El propósito de CSI es retroalimentar la información del estado del canal a la red, de manera que la red pueda, por ejemplo, programar recursos (p. ej., asignar recursos, incluidos recursos de frecuencia, constelaciones de antenas, modulación y codificación) de la manera más eficiente.

Otros parámetros que pueden ser, al menos en parte, independientes de la banda o frecuencia portadora son la amplitud de banda total, o el número de frecuencias portadoras dentro de una banda, que soporta el UE en enlace ascendente o enlace descendente. Otra característica que señala el UE es cuál es la o las frecuencias portadoras de enlace ascendente que soporta el UE en combinación con ciertas frecuencias portadoras de enlace descendente.

Estos ejemplos no deben contemplarse como limitantes del alcance, pero las realizaciones descritas más adelante pueden aplicarse a capacidades adicionales de la banda base que pueden definirse de una manera genérica, como se describirá adicionalmente más adelante.

Volviendo al problema de LTE, el UE proporciona señalización explícita de cuáles son las bandas y combinaciones de bandas que puede soportar el UE. Sin embargo, dentro de cada banda y combinación de bandas, el UE además señala qué características adicionales puede soportar el UE para esa combinación particular. Por ejemplo, si el UE es capaz de, por ejemplo, recibir simultáneamente en las portadoras f_1 , f_2 , y f_3 en el enlace descendente usando agregación de portadoras, el UE además señala cuáles son los MIMO, NAICS y la o las frecuencias portadoras de enlace ascendente que puede soportar con esa combinación particular de $f_1+f_2+f_3$. Sin embargo, un UE que soporta la recepción en las tres portadoras también soporta la recepción en, por ejemplo, las combinaciones de f_1+f_2 , f_1+f_3 , f_2+f_3 y cada una de las portadoras individualmente. Como las “capacidades de la banda base” no son necesariamente las mismas para todas las combinaciones, el UE puede señalar explícitamente qué características de la banda base (MIMO, NAICS, etc.) soporta el UE para cada combinación. A veces, el soporte de enlace ascendente (UL) es diferente para las combinaciones, lo que da lugar a aún otra duplicación de las capacidades.

Cabe señalar que una banda puede incluir muchas portadoras (es decir, en una banda que está identificada con un número, frecuencia de centro o identidad f_1 , la banda puede seguir dividiéndose en porciones adicionales de la banda que pueden denominarse “portadoras”). Por ejemplo, una banda puede comprender 100 MHz, que se subdivide en cinco portadoras de 20 MHz. Un UE puede recibir una o múltiples de tales portadoras. Si un UE recibe o transmite en

múltiples de tales portadoras, se dice frecuentemente que opera usando agregación de portadoras.

Este problema combinatorio da lugar al envío, del UE a la red, de grandes y complicados mensajes de información de capacidad del UE y hay una necesidad de tener una mejor solución para la NR.

Una razón por la cual es posible que un UE deba informar diferentes capacidades de la banda base para diferentes bandas y combinaciones de bandas es que la capacidad de procesamiento de, por ejemplo, MIMO, depende de la cantidad de bandas que usa actualmente el UE. Por ejemplo, un UE puede soportar 8 veces 8 MIMO cuando el UE usa una portadora en la banda f1, pero solo 4 por 4 cuando el UE usa portadoras tanto en f1 como en f2, y aún menos si el UE usa f1, f2, y f3. Además, el UE puede soportar 8 veces 8 MIMO sin NAICS en una portadora, pero solo 4 veces 4 MIMO si se usa NAICS. Por lo tanto, la señalización eficaz de las combinaciones es un desafío significativo.

La siguiente sección que describe la estructura del mensaje de señalización en LTE se incluye aquí como referencia. En LTE, el UE indica todas las combinaciones de bandas soportadas explícitamente en el elemento de información (IE) *supportedBandCombination*. Cada entrada de *BandCombinationParameters* especifica las propiedades de una combinación de bandas soportada. Hay capacidades por combinación de bandas, pero también capacidades adicionales por banda de una combinación de bandas (dentro de *BandParameters*) e incluso separadas entre enlaces ascendentes (*CA-MIMO-ParametersUL*) y enlaces descendentes (*CA-MIMO-ParametersDL*).

```

BandCombinationParameters-r13 ::= SEQUENCE {
    differentFallbackSupported-r13  ENUMERATED {true}
        OPTIONAL,
    bandParameterList-r13           SEQUENCE          (SIZE
(1..maxSimultaneousBands-r10)) OF BandParameters-r13,
    supportedBandwidthCombinationSet-r13
    SupportedBandwidthCombinationSet-r10  OPTIONAL,
    multipleTimingAdvance-r13            ENUMERATED   {supported}
        OPTIONAL,

```

```

simultaneousRx-Tx-r13          ENUMERATED    {supported}
                                OPTIONAL,
bandInfoEUTRA-r13              BandInfoEUTRA,
dc-Support-r13                  SEQUENCE {
    asynchronous-r13            ENUMERATED    {supported}
                                OPTIONAL,
    supportedCellGrouping-r13    CHOICE {
        threeEntries-r13        BIT
    STRING (SIZE(3)),
        fourEntries-r13         BIT
    STRING (SIZE(7)),
        fiveEntries-r13         BIT
    STRING (SIZE(15))
    }
                                OPTIONAL
    }
                                OPTIONAL,
    supportedNAICS-2CRS-AP-r13   BIT          STRING          (SIZE
(1..maxNAICS-Entries-r12))    OPTIONAL,
    commSupportedBandsPerBC-r13 BIT          STRING          (SIZE  (1..
maxBands))                    OPTIONAL
    }

BandParameters-r13 ::= SEQUENCE {
    bandEUTRA-r13
    FreqBandIndicator-r11,
    bandParametersUL-r13          BandParametersUL-r13
                                OPTIONAL,
    bandParametersDL-r13          BandParametersDL-r13
                                OPTIONAL,
    supportedCSI-Proc-r13          ENUMERATED {n1, n3,
n4}                                OPTIONAL
    }

```

BandParametersUL-r13 ::= CA-MIMO-ParametersUL-r10

```
CA-MIMO-ParametersUL-r10 ::= SEQUENCE {
    ca-BandwidthClassUL-r10                CA-BandwidthClass-r10,
    supportedMIMO-CapabilityUL-r10        MIMO-CapabilityUL-r10
    OPTIONAL
}
```

BandParametersDL-r13 ::= CA-MIMO-ParametersDL-r13

```
CA-MIMO-ParametersDL-r13 ::= SEQUENCE {
    ca-BandwidthClassDL-r13                CA-
    BandwidthClass-r10,
    supportedMIMO-CapabilityDL-r13        MIMO-CapabilityDL-r10
    OPTIONAL,
    fourLayerTM3-TM4-r13                ENUMERATED
    {supported} OPTIONAL,
    intraBandContiguousCC-InfoList-r13    SEQUENCE (SIZE
    (1..maxServCell-r13)) OF IntraBandContiguousCC-Info-r12
}
```

Con implementaciones tempranas de señalización de combinación de bandas CA, solo una fracción de las capacidades estuvo disponible por combinación de bandas. Un UE proporcionaría generalmente una sola cobertura de combinación de bandas, por ejemplo, dos bandas y una o varias portadoras en cada una de esas bandas. Un UE que soporta dos portadoras en la banda X y, además, dos portadoras en la banda Y también soportaría una portadora en cada una de las dos bandas. Otro supuesto fue que un UE soportaría tantas portadoras de enlace ascendente como portadoras de enlace descendente.

En la práctica, los UE soportan muchas menos portadoras de enlace ascendente que portadoras de enlace descendente, lo que requiere multiplicar las combinaciones de bandas de manera que la portadora de enlace ascendente pueda estar en una u otra banda. Los UE duplican las entradas de combinación de bandas para ofrecer la configuración de agregación de portadoras de enlace

descendente en combinación con diferentes configuraciones de portadoras de enlace ascendente.

Además, los UE son capaces de soportar más capas MIMO cuando se configuran con menos portadoras. Esto también crea más duplicación de combinación de bandas. Una limitación de procesamiento similar para procesos de NAICS y CSI da lugar a aún más listas de combinación de bandas. Los UE duplican entradas de combinación de bandas para ofrecer la configuración de agregación de portadoras en combinación con otras diferentes capacidades tales como MIMO, procesos CSI, NAICS.

Para solucionar el problema de transmitir y almacenar la siempre creciente tabla de combinación de bandas, soluciones particulares intentan reducir el tamaño de la tabla de combinación de bandas. Específicamente, la red puede solicitar: (a) combinaciones de bandas solo para bandas seleccionadas; (b) solo combinaciones de bandas hasta cierto número máximo de portadoras; o (c) exclusión de combinaciones “de retorno” (es decir, omitir combinaciones de CA con menos portadoras que una CA explícitamente señalizada).

Cuando un eNB usa una de las dos opciones anteriores, la red puede no necesariamente recibir todas las capacidades del UE. Aunque las capacidades proporcionadas pueden bastar para la operación en la celda servidora actual, otra celda puede operar a diferentes bandas o soportar más portadoras. Para poder servir correctamente al UE en esa celda, la red debe volver a solicitar las capacidades del UE con restricciones adecuadamente ajustadas.

Es posible que una red que soporta (posiblemente en lugares diferentes) muchas bandas diferentes solicite subconjuntos adicionales de las capacidades del UE y deba combinar y almacenar esas subsiguientes capacidades fraccionarias del UE. Una red que soporta muchas portadoras no se beneficia de la posibilidad de solicitar capacidades del UE solo hasta un cierto número de portadoras.

La posibilidad de excluir las denominadas “combinaciones de retorno” tiene potencial para reducir significativamente el tamaño de las capacidades señalizadas. Sin embargo, conforme se describe arriba, es común que los UE soporten, por ejemplo, más capas MIMO, más procesos CSI o un mayor grado de NAICS cuando se configuran con menos portadoras. Pero si el UE omite esas combinaciones “de retorno”, la red no se percató de las capacidades de

procesamiento adicionales del UE. Por lo tanto, el UE indica que tiene “mejores” combinaciones de retorno disponibles y finalmente la red también las solicitará y almacenará.

La eficacia del mecanismo de “exclusión de combinaciones de bandas de retorno” adolece del hecho que la mayor parte de los UE soportan, por ejemplo, más capas MIMO, más procesos CSI o un mayor grado de NAICS cuando se configuran con menos portadoras.

Otra solución propuesta para mejorar la capacidad del UE y los problemas conocidos de la LTE, incluye separar las capacidades de la banda base de las capacidades por banda y por combinación de bandas. Sin embargo, una separación completa puede dar lugar al conocimiento menos exacto en la red de lo que el UE es capaz de llevar a cabo.

Si las combinaciones de bandas se señalizan por separado, y las capacidades de la banda base independientemente de las combinaciones de bandas, existe el riesgo de que el UE tenga que proporcionar un mensaje conservador de las capacidades. “Conservador” significa que el UE, por ejemplo, podría indicar que puede soportar solo 4 veces 4 MIMO en cualquier combinación de bandas, mientras que el UE podría de hecho soportar mejor MIMO, tal como 8 veces 8, para ciertas combinaciones de bandas.

Una propuesta existente para separar la frecuencia de radio de las capacidades de la banda base se resume de la siguiente manera. A causa del gran número de parámetros específicos de la combinación de bandas, los UE incluyen entradas duplicadas para la mayoría de las combinaciones de bandas. Este no solo aumenta el número total de combinaciones de bandas, sino también limita la posibilidad de excluir combinaciones de retorno. Una meta particular es minimizar el número de las capacidades por combinación por banda sin limitar la granularidad a la cual los UE pueden anunciar sus características. Se incluyen sugerencias particulares para capacidades relacionadas con MIMO, NAICS y proceso CSI-RS.

El número de capas MIMO que puede soportar un UE depende del número de antenas y cadenas receptoras (RF), así como de la potencia de procesamiento del UE. Para reflejar las limitaciones de RF (antena), el UE podría indicar, por ejemplo, para cada banda (y no combinación de bandas) cuántas capas MIMO soporta. Por ejemplo, Banda A: hasta 2 capas; Banda B: hasta 2

capas; Banda C: hasta 4 capas; y Banda D: hasta 4 capas. Además, pero separadamente de las capacidades MIMO por banda, el UE podría indicar sus capacidades de procesamiento MIMO totales: Capacidad de potencia de procesamiento MIMO [capas x portadoras]: 6.

Un UE con las capacidades ejemplificadas anteriormente puede configurarse, por ejemplo, con cualquiera de lo siguiente: (a) tres portadoras que ejecutan 2 capas MIMO; (b) dos portadoras, una con 2 capas MIMO y una (en la banda C o D) con 4 capas MIMO; o (c) una portadora (en la banda C o D) que ejecutan 4 capas MIMO. Una separación tan limpia de RF y las capacidades de procesamiento permitirían eliminar las capacidades MIMO de la estructura de señalización de la combinación de bandas. Por lo tanto, el UE indica su capacidad MIMO-RF independientemente para cada banda e indica su capacidad de procesamiento MIMO acumulativa disponible para todas las bandas.

El número de procesos CSI soportados, así como el soporte NAICS depende de la capacidad de procesamiento de los UE y no depende del número de antenas. Por lo tanto, el número de procesos CSI puede representarse como una sola capacidad de procesamiento por UE. Alternativamente, si se espera que las implementaciones del UE vinculen la capacidad de procesamiento a una parte terminal de la cadena de radio, como se describe para el procesamiento MIMO, un UE también puede transmitir la capacidad de procesamiento CSI por conjunto de bandas. El número de procesos CSI soportados y el soporte NAICS dependen de las capacidades de procesamiento de los UE y no del, por ejemplo, número de antenas disponibles.

Sin embargo, las implementaciones del UE típicamente compartirán los mismos recursos de procesamiento a través de funciones tales como MIMO, mediciones CSI y NAICS. Por lo tanto, un UE puede ser capaz de ejecutar más procesos CSI si se configura para menos capas MIMO y viceversa. En consecuencia, las capacidades de la banda base del UE separadas de las combinaciones de bandas (p. ej., capacidades FD-MIMO, número de procesos CSI, etc.) pueden ayudar a minimizar la señalización por combinación de bandas.

Soluciones particulares pueden usar una tabla de combinación de bandas (BC) (que indica al menos todas las combinaciones de bandas soportadas y el número de portadoras por banda). Además de la tabla de combinación de

bandas (BC), una segunda tabla enumera las combinaciones de capacidades de procesamiento de la banda base (BPC) soportadas. Las entradas en la segunda tabla pueden indicar un número de portadoras con las cuales estas pueden usarse. Tras seleccionar una combinación de bandas y el número de portadoras (de acuerdo con la tabla BC), la red puede extraer de la tabla BPC todas las entradas que están disponibles para el número elegido de portadoras. Según las entradas extraídas de la tabla BPC, la red puede elegir las características de la banda base que soporta el UE y configurar el UE de acuerdo a ello.

Sin embargo, los proveedores de UE pueden contemplar el problema de que las tablas separadas (BC y capacidades de la banda base) los obligan a soportar todas las características en todas sus bandas (es decir, si la tabla de capacidades de la banda base tiene una entrada para “2 portadoras: NAICS de 40 MHz”, el UE debe soportar NAICS de 40 MHz en todas las bandas para las cuales anuncian una combinación de bandas con 2 portadoras).

Otro problema es que la potencia de procesamiento en el UE no siempre está disponible para cualquier acción. Parte del procesamiento puede estar asociada con ciertas cadenas de radio. Si en algunas combinaciones de bandas una cadena de radio sirve a varias portadoras, podría no tener suficiente potencia para realizar MIMO o NAICS allí. El hecho de que otra cadena de radio tenga potencia de procesamiento sin usar no es útil en este caso.

RESUMEN

Conforme se describe arriba, si se separan completamente las capacidades de la banda base de las combinaciones de bandas se produce un rendimiento subóptimo. No puede usarse el pleno rendimiento del equipo de usuario (UE) porque la red tiene conocimiento insuficiente acerca de la mejor configuración que el UE puede manejar para un conjunto de portadoras configuradas en un conjunto de bandas.

Frecuentemente, los UE se implementan con múltiples partes terminales de la cadena de radio (también denominadas p. ej., “cadenas de radio” o “unidades de procesamiento de la banda base”), particularmente para diferentes bandas, y particularmente si las bandas están muy alejadas en el espectro de radio. A veces, podrían usarse diferentes módems para terminar la interfaz de radio de diferentes bandas, particularmente si las diferentes bandas difieren

sustancialmente en frecuencia de radio o en la manera que se implementa la tecnología. Las partes terminales de la cadena de radio pueden incluso implementar diferentes estándares, tales como evolución a largo plazo (LTE) y nueva radio (NR) de quinta generación (5G). Realizaciones particulares facilitan diferentes bandas o grupos de bandas que usan diferentes tecnologías de radio.

Por lo tanto, un UE puede usar múltiples recursos para el procesamiento de la banda base. Sin embargo, en un ejemplo, los recursos para procesar las bandas f1 y f2 no están necesariamente disponibles para las bandas f3 o f4. El UE puede usar cancelación y supresión de interferencia asistida por la red (NAICS) y 8x8 múltiple entrada múltiple salida (MIMO) en cualquier combinación de portadoras en la banda f1 y f2, pero el UE puede soportar solo 4x4 MIMO en las bandas f3 y f4 y ninguna NAICS en esas bandas.

Mediante el enfoque anterior de desconectar las capacidades de la banda base de las combinaciones de bandas, el UE informaría solo capacidad 4x4 MIMO y ninguna capacidad NAICS, y la red no sería informada de que el UE de hecho puede soportar 8x8 MIMO y NAICS en las portadoras de las bandas f1 y f2 y en las combinaciones de f1 y f2.

Por lo tanto, realizaciones particulares proporcionan una estructura y solución adecuada para señalar capacidades del UE que supera las deficiencias conocidas de LTE, pero que ofrece posibilidades para que un UE informe sus mejores capacidades de una manera eficiente.

De acuerdo con realizaciones particulares, la red (p. ej., una estación base de radio) solicita que un UE envíe sus capacidades del UE a la red. El UE responde a la red con un mensaje que contiene las capacidades del UE. La red recibe y analiza el mensaje, configura y asigna recursos al UE de acuerdo con las capacidades recibidas. Por lo tanto, la red envía información de configuración al UE. El UE recibe la información de configuración y usa la información de configuración de acuerdo con el mensaje de configuración recibido.

El UE estructura la información de capacidad de la siguiente manera. El UE puede construir información que agrupa el conjunto de bandas que soporta. El UE también puede enviar un conjunto de tablas, donde cada una identifica un conjunto de capacidades de la banda base. Alternativamente, el UE puede enviar costos en términos de la potencia de procesamiento que describen la carga de procesamiento necesaria para ejecutar una funcionalidad de la banda base.

El UE también incluye información que vincula las bandas y grupos de bandas a las tablas de capacidades de la banda base. Por lo tanto, el mensaje de información de capacidad del UE puede identificar grupos de portadoras que soportan diferentes conjuntos de capacidades de la banda base.

Mediante este método, es posible permitir una estructura de señalización por la cual un UE, de manera austera, puede informar su mejor capacidad a la red para un rendimiento adecuado.

En el ejemplo descrito anteriormente, un UE puede: agrupar f_1 y f_2 en el Grupo 1; agrupar f_3 y f_4 en el Grupo 2; establecer la tabla 1 de capacidad de la banda base en 8x8 MIMO y NAICS soportados; establecer la tabla 2 de capacidad de la banda base en 4x4 MIMO y NAICS no soportados; y, el o los mensajes de capacidad proporcionan información acerca de los grupos mostrados anteriormente, las tablas de capacidad de la banda base e información que manifiesta que el Grupo 1 es capaz de la información proporcionada en la Tabla 1, y el Grupo 2 es capaz de la información proporcionada en la Tabla 2.

Realizaciones particulares atenúan el problema combinatorio observado en LTE usando la presente estructura. Realizaciones particulares son capaces de escalar, aun si las combinaciones de bandas aumentan, que no es el caso con soluciones conocidas.

Realizaciones particulares proporcionan un conjunto de dichas tablas de capacidad de la banda base y las mencionan/usan desde dentro de varias combinaciones de bandas o de varios grupos dentro de una combinación de bandas. Por lo tanto, en comparación con la señalización de capacidad LTE, esta estructura evita incluir directamente las capacidades de la banda base en las combinaciones de bandas (BC) y, de esta manera, evita duplicar todas las combinaciones de bandas. Y en comparación con la solución inicial acordada para la NR, no requiere que el UE soporte todas las características de la banda base (y combinaciones de estas) a través de todas sus portadoras y bandas soportadas.

Cabe reconocer que hay muchas capacidades adicionales de la banda base, como se describió anteriormente, y que es posible que el UE necesite establecer un número significativo de grupos para indicar todas sus capacidades.

La solución no descarta que un UE podría informar, por ejemplo, múltiples

grupos donde está presente una banda, por ejemplo, f2, en varios grupos. Por ejemplo, la estructura permite que un grupo contenga una entrada (f2) o múltiples entradas de bandas (f2 y f3), en donde la f2 sola podría asociarse con una capacidad de la banda base, y f2 junto con f3 podrían asociarse con otra tabla.

Realizaciones particulares pueden proporcionar, de un UE a la red, un mensaje que incluye, por ejemplo, capacidades de la banda base separadas para band1 en comparación con capacidades para band2, mediante lo siguiente: señalar una lista de bandas disponibles y combinaciones de bandas o grupos de combinaciones de bandas; señalar un conjunto de capacidades de la banda base, o costos en el UE para llevar a cabo características específicas de la banda base (p. ej., MIMO, NAICS, etc.) en la forma de créditos de costo; y señalar, por grupo de bandas, un índice a uno de los conjuntos de capacidades de la banda base, o costo dentro del grupo. Según la señalización, la red sabrá, por combinación de bandas, cuál es la capacidad de la banda base particular que está disponible para qué grupo de bandas dentro de esa combinación de bandas.

Esto se logra sin requerir capacidades explícitas de la banda base por combinación. Si se usa la solución de costo, la red puede asignar y configurar características hasta agotar los créditos máximos del UE para una banda o grupo de bandas.

De acuerdo con algunas realizaciones, un método para señalar capacidades de dispositivo para usar en un dispositivo inalámbrico de una red de comunicación inalámbrica comprende compilar una o más combinaciones de frecuencias de bandas soportadas por el dispositivo inalámbrico. Cada combinación de bandas de frecuencia comprende una pluralidad de bandas de frecuencia que el dispositivo inalámbrico puede usar conjuntamente para la transmisión o recepción de señales inalámbricas. El método además comprende compilar un conjunto de capacidades de dispositivo soportadas por el dispositivo inalámbrico y armar un mensaje de capacidad. El mensaje de capacidad incluye las una o más combinaciones de bandas de frecuencia soportadas por el dispositivo inalámbrico y una o más combinaciones de las capacidades de dispositivo soportadas por el dispositivo inalámbrico. Para cada una de las una o más combinaciones de bandas de frecuencia, el mensaje de capacidad incluye una primera indicación de una o más capacidades de dispositivo soportadas por la combinación de bandas de frecuencia. La primera indicación de las una o más

capacidades de dispositivo soportadas por la combinación de bandas de frecuencia comprende, para cada banda de la pluralidad de bandas de frecuencia, una indicación de una de las una o más combinaciones de las capacidades de dispositivo soportadas por la banda cuando se usan en combinación con las otras bandas en la combinación de bandas de frecuencia. El método además comprende enviar el mensaje de capacidad a un nodo de red. En algunas realizaciones, el método incluye recibir una configuración de dispositivo proveniente del nodo de red. La configuración de dispositivo comprende la configuración de acuerdo con una de las una o más combinaciones de bandas de frecuencia.

De acuerdo con algunas realizaciones, un dispositivo inalámbrico es capaz de señalar capacidades de dispositivo. El dispositivo inalámbrico comprende circuitería de procesamiento operable para compilar una o más combinaciones de bandas de frecuencia soportadas por el dispositivo inalámbrico. Cada combinación de bandas de frecuencia comprende una pluralidad de bandas de frecuencia que el dispositivo inalámbrico puede usar conjuntamente para la transmisión o recepción de señales inalámbricas. La circuitería de procesamiento es además operable para compilar un conjunto de capacidades de dispositivo soportadas por el dispositivo inalámbrico y armar un mensaje de capacidad. El mensaje de capacidad incluye las una o más combinaciones de bandas de frecuencia soportadas por el dispositivo inalámbrico y una o más combinaciones de las capacidades de dispositivo soportadas por el dispositivo inalámbrico. Para cada una de las una o más combinaciones de bandas de frecuencia, el mensaje de capacidad incluye una primera indicación de una o más capacidades de dispositivo soportadas por la combinación de bandas de frecuencia. La primera indicación de las una o más capacidades de dispositivo soportadas por la combinación de bandas de frecuencia comprende, para cada banda de la pluralidad de bandas de frecuencia, una indicación de una de las una o más combinaciones de las capacidades de dispositivo soportadas por la banda cuando se usan en combinación con las otras bandas en la combinación de bandas de frecuencia. La circuitería de procesamiento es además operable para enviar el mensaje de capacidad a un nodo de red. En algunas realizaciones, la circuitería de procesamiento es además operable para recibir una configuración de dispositivo

proveniente del nodo de red. La configuración de dispositivo comprende la configuración de acuerdo con una de las una o más combinaciones de bandas de frecuencia.

En realizaciones particulares, para cada banda de la pluralidad de bandas de frecuencia, la indicación de una de las una o más combinaciones de las capacidades de dispositivo soportadas por la banda cuando se usa en combinación con las otras bandas en la combinación de bandas de frecuencia comprende una indicación de capacidades de dispositivo de enlace ascendente y una indicación de capacidades de enlace descendente.

En realizaciones particulares, para cada una de las una o más combinaciones de bandas de frecuencia, el mensaje de capacidad incluye una segunda indicación de una o más capacidades de dispositivo soportadas por la combinación de bandas de frecuencia. La segunda indicación de las una o más capacidades de dispositivo soportadas por la combinación de bandas de frecuencia comprende, para cada banda de la pluralidad de bandas de frecuencia, una indicación de una de las una o más combinaciones de las capacidades de dispositivo soportadas por la banda cuando se usan en combinación con las otras bandas en la combinación de bandas de frecuencia.

En realizaciones particulares, cada una de las una o más combinaciones de las capacidades de dispositivo se asocia con un índice, y la indicación de una de las una o más combinaciones de las capacidades de dispositivo soportadas por la banda comprende el índice de una de las una o más combinaciones de las capacidades de dispositivo. Las capacidades de dispositivo incluyen al menos uno de: amplitud de banda para la banda; soporte para NAICS; número de capas MIMO soportadas; número de portadoras soportadas en la banda; número de portadoras soportadas en la banda para enlace ascendente; y número de portadoras soportadas en la banda para enlace descendente.

En realizaciones particulares, el conjunto de capacidades de dispositivo incluye un costo asociado con cada capacidad de dispositivo. El costo representa una cantidad de potencia de procesamiento de dispositivo requerida para llevar a cabo la capacidad.

De acuerdo con algunas realizaciones, un método para señalar capacidades de dispositivo para usar en un nodo de red de una red de comunicación inalámbrica comprende recibir, desde un dispositivo inalámbrico,

un mensaje de capacidad. El mensaje de capacidad incluye las una o más combinaciones de bandas de frecuencia soportadas por el dispositivo inalámbrico y una o más combinaciones de las capacidades de dispositivo soportadas por el dispositivo inalámbrico. Para cada una de las una o más combinaciones de bandas de frecuencia, el mensaje de capacidad incluye una primera indicación de una o más capacidades de dispositivo soportadas por la combinación de bandas de frecuencia. La primera indicación de las una o más capacidades de dispositivo soportadas por la combinación de bandas de frecuencia comprende, para cada banda de la pluralidad de bandas de frecuencia, una indicación de una de las una o más combinaciones de las capacidades de dispositivo soportadas por la banda cuando se usan en combinación con las otras bandas en la combinación de bandas de frecuencia. El método además comprende determinar una configuración para el dispositivo inalámbrico según el mensaje de capacidad. El método puede comprender enviar la configuración determinada al dispositivo inalámbrico.

De acuerdo con algunas realizaciones, un nodo de red es capaz de señalar capacidades de dispositivo. El nodo de red comprende procesar circuitería operable para recibir, desde un dispositivo inalámbrico, un mensaje de capacidad. El mensaje de capacidad incluye las una o más combinaciones de bandas de frecuencia soportadas por el dispositivo inalámbrico y una o más combinaciones de las capacidades de dispositivo soportadas por el dispositivo inalámbrico. Para cada una de las una o más combinaciones de bandas de frecuencia, el mensaje de capacidad incluye una primera indicación de una o más capacidades de dispositivo soportadas por la combinación de bandas de frecuencia. La primera indicación de las una o más capacidades de dispositivo soportadas por la combinación de bandas de frecuencia comprende, para cada banda de la pluralidad de bandas de frecuencia, una indicación de una de las una o más combinaciones de las capacidades de dispositivo soportadas por la banda cuando se usan en combinación con las otras bandas en la combinación de bandas de frecuencia. La circuitería de procesamiento es además operable para determinar una configuración para el dispositivo inalámbrico según el mensaje de capacidad. La circuitería de procesamiento puede ser además operable para enviar la configuración determinada al dispositivo inalámbrico.

En realizaciones particulares, para cada banda de la pluralidad de bandas

de frecuencia, la indicación de una de las una o más combinaciones de las capacidades de dispositivo soportadas por la banda cuando se usa en combinación con las otras bandas en la combinación de bandas de frecuencia comprende una indicación de capacidades de dispositivo de enlace ascendente y una indicación de capacidades de enlace descendente.

En realizaciones particulares, para cada una de las una o más combinaciones de bandas de frecuencia, el mensaje de capacidad incluye una segunda indicación de una o más capacidades de dispositivo soportadas por la combinación de bandas de frecuencia. La segunda indicación de las una o más capacidades de dispositivo soportadas por la combinación de bandas de frecuencia comprende, para cada banda de la pluralidad de bandas de frecuencia, una indicación de una de las una o más combinaciones de las capacidades de dispositivo soportadas por la banda cuando se usan en combinación con las otras bandas en la combinación de bandas de frecuencia.

En realizaciones particulares, cada una de las una o más combinaciones de las capacidades de dispositivo se asocia con un índice, y la indicación de una de las una o más combinaciones de las capacidades de dispositivo soportadas por la banda comprende el índice de una de las una o más combinaciones de las capacidades de dispositivo. Las capacidades de dispositivo pueden incluir al menos uno de: amplitud de banda para la banda; soporte para NAICS; número de capas MIMO soportadas; número de portadoras soportadas en la banda; número de portadoras soportadas en la banda para enlace ascendente; y número de portadoras soportadas en la banda para enlace descendente.

En realizaciones particulares, el conjunto de capacidades de dispositivo incluye un costo asociado con cada capacidad de dispositivo. El costo representa una cantidad de potencia de procesamiento de dispositivo requerida para llevar a cabo la capacidad.

De acuerdo con algunas realizaciones, un dispositivo inalámbrico es capaz de señalar capacidades de dispositivo. El dispositivo inalámbrico comprende un módulo de obtención, un módulo de armado y un módulo de transmisión. El módulo de obtención es operable para obtener, determinar y/o compilar una o más combinaciones de bandas de frecuencia soportadas por el dispositivo inalámbrico. Cada combinación de bandas de frecuencia comprende una pluralidad de bandas de frecuencia que el dispositivo inalámbrico puede usar

conjuntamente para la transmisión o recepción de señales inalámbricas. El módulo de obtención es además operable para obtener, determinar y/o compilar un conjunto de capacidades de dispositivo soportadas por el dispositivo inalámbrico. El módulo de armado es operable para armar un mensaje de capacidad. El mensaje de capacidad incluye las una o más combinaciones de bandas de frecuencia soportadas por el dispositivo inalámbrico y una o más combinaciones de las capacidades de dispositivo soportadas por el dispositivo inalámbrico. Para cada una de las una o más combinaciones de bandas de frecuencia, el mensaje de capacidad incluye una primera indicación de una o más capacidades de dispositivo soportadas por la combinación de bandas de frecuencia. La primera indicación de las una o más capacidades de dispositivo soportadas por la combinación de bandas de frecuencia comprende, para cada banda de la pluralidad de bandas de frecuencia, una indicación de una de las una o más combinaciones de las capacidades de dispositivo soportadas por la banda cuando se usan en combinación con las otras bandas en la combinación de bandas de frecuencia. El módulo de transmisión es operable para enviar el mensaje de capacidad a un nodo de red.

De acuerdo con algunas realizaciones, un nodo de red es capaz de señalar capacidades de dispositivo. El nodo de red comprende un módulo de recepción y un módulo de determinación. El módulo de recepción es operable para recibir, desde un dispositivo inalámbrico, un mensaje de capacidad. El mensaje de capacidad incluye las una o más combinaciones de bandas de frecuencia soportadas por el dispositivo inalámbrico y una o más combinaciones de las capacidades de dispositivo soportadas por el dispositivo inalámbrico. Para cada una de las una o más combinaciones de bandas de frecuencia, el mensaje de capacidad incluye una primera indicación de una o más capacidades de dispositivo soportadas por la combinación de bandas de frecuencia. La primera indicación de las una o más capacidades de dispositivo soportadas por la combinación de bandas de frecuencia comprende, para cada banda de la pluralidad de bandas de frecuencia, una indicación de una de las una o más combinaciones de las capacidades de dispositivo soportadas por la banda cuando se usan en combinación con las otras bandas en la combinación de bandas de frecuencia. El módulo de determinación es operable para determinar una configuración para el dispositivo inalámbrico según el mensaje de

capacidad.

También se divulga un producto de programa informático que comprende un medio no transitorio legible por computadora que almacena un código de programa legible por computadora, en el que el código de programa legible por computadora es operable, cuando lo ejecuta el circuito de procesamiento para realizar cualquiera de los métodos llevados a cabo por el dispositivo inalámbrico o nodo de red descritos anteriormente.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para comprender mejor las realizaciones y sus características y ventajas, ahora se hace referencia a la siguiente descripción que se toma en conjunto con las figuras adjuntas, donde:

La Figura 1 es un diagrama de secuencia que ilustra un ejemplo de una información de capacidad de señalización de un equipo de usuario (UE) a la red.

La Figura 2 es un diagrama de bloque que ilustra un ejemplo de una red inalámbrica, según una realización en particular.

La Figura 3 es un diagrama de bloque que ilustra un ejemplo de un UE con múltiples grupos de frecuencias de radio (RF) y cadenas de radio.

La Figura 4 es un diagrama de proceso que ilustra un método ejemplar en un dispositivo inalámbrico, de acuerdo con realizaciones particulares.

La Figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra un método ejemplar en un nodo de red, de acuerdo con realizaciones particulares.

La Figura 6A es un diagrama de bloque que ilustra el ejemplo de una realización de un dispositivo inalámbrico.

La Figura 6B es un diagrama de bloque que ilustra un ejemplo de los componentes de un dispositivo inalámbrico.

La Figura 7A es un diagrama de bloque que ilustra el ejemplo de una realización de un nodo de red.

La Figura 7B es un diagrama de bloque que ilustra un ejemplo de los componentes de un nodo de red.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

En una red de comunicación inalámbrica, tal como el Proyecto de Alianzas de Tercera Generación (3GPP) para la Evolución a Largo Plazo (LTE) o nueva radio (NR) de quinta generación (5G), un equipo de usuario (UE) puede señalizar

sus capacidades a un nodo de red. El nodo de red puede usar la información de capacidad para configurar el UE. Los problemas con las soluciones existentes son que la información de capacidad es demasiado grande y, por lo tanto, ineficaz para señalar, o la información de capacidad no describe adecuadamente las capacidades del UE.

Realizaciones particulares obvian el problema descrito anteriormente e incluyen la señalización eficiente y exacta de las capacidades del UE. En general, un UE puede señalar a un nodo de red, tal como un eNB o gNB, una lista de bandas y combinaciones de bandas o grupos de combinaciones de bandas disponibles. El UE también puede señalar un conjunto de capacidades de la banda base o costos en el UE para llevar a cabo características específicas de la banda base (p. ej., MIMO, NAICS, etc.) en la forma de créditos de costo. El UE señala, por grupo de bandas, un índice a uno de los conjuntos de capacidades de la banda base o costo dentro del grupo. Según la información señalizada, la red sabe, por combinación de bandas, cuál es la capacidad de la banda base particular que está disponible para qué grupo de bandas dentro de esa combinación de bandas.

Las referencias en la especificación de “una realización”, “en un ejemplo de realización”, etc. indican que la realización descrita puede incluir una función, característica o estructura determinada, pero puede que cada realización no necesariamente incluya una función, estructura o característica determinada. Además, dichas frases no necesariamente se refieren a la misma realización. Asimismo, una función, estructura o característica determinada que se describe en relación con una realización se presenta para que los expertos en la técnica puedan implementar dicha función, estructura o característica en relación con otras realizaciones, ya sea que estén explícitamente descritas o no.

Realizaciones particulares se describen con referencia a las Figuras 2-7B de los dibujos, donde se usan numerales iguales para partes iguales y correspondientes de los diversos dibujos. La LTE y la nueva radio (NR) 5G se usan a lo largo de esta divulgación como ejemplo de sistema celular, pero las ideas que aquí se presentan también pueden aplicarse a otros sistemas de comunicación inalámbrica.

La Figura 2 es un diagrama de bloque que ilustra un ejemplo de una red inalámbrica, según una realización en particular. La red inalámbrica 100 incluye

uno o más dispositivos inalámbricos 110 (tales como teléfonos móviles, teléfonos inteligentes, computadoras portátiles, tabletas, dispositivos MTC o cualquier otro dispositivo capaz de proporcionar una comunicación inalámbrica) y a una pluralidad de nodos de red 120 (tales como estaciones base o eNodeB). Al dispositivo inalámbrico 110 también se lo puede denominar UE. El nodo de red 120 sirve al área de cobertura 115 (también conocida como celda 115).

En general, los dispositivos inalámbricos 110 que se encuentran dentro de la cobertura del nodo de red 120 (por ejemplo, dentro de la celda 115 a la que brinda servicio el nodo de red 120) se comunican con el nodo de red 120 mediante la transmisión y recepción de señales inalámbricas 130. Por ejemplo, los dispositivos inalámbricos 110 y el nodo de red 120 pueden comunicar señales inalámbricas 130 que contienen tráfico de voz, tráfico de datos y/o señales de control. Un nodo de red 120 que comunica tráfico de voz, tráfico de datos y/o señales de control a un dispositivo inalámbrico 110 puede denominarse nodo red de servicio 120 para el dispositivo inalámbrico 110. La comunicación entre el dispositivo inalámbrico 110 y el nodo de red 120 se puede denominar comunicación celular. Las señales inalámbricas 130 pueden incluir transmisiones del enlace descendente (desde el nodo de red 120 hasta los dispositivos inalámbricos 110) y transmisiones del enlace ascendente (desde los dispositivos de red 110 hasta el nodo de red 120).

Cada nodo de red 120 puede contar con un único transmisor o varios transmisores para la transmisión de señales 130 a dispositivos inalámbricos 110. En algunas realizaciones, el nodo de red 120 puede comprender un sistema de múltiple entrada y múltiple salida (MIMO). La señal inalámbrica 130 puede comprender uno o más haces. Los haces particulares pueden estar dirigidos hacia determinadas direcciones. Cada dispositivo inalámbrico 110 puede tener un único receptor o varios receptores para recibir señales 130 de nodos de red 120 u otros dispositivos inalámbricos 110. El dispositivo inalámbrico 110 puede recibir uno o más haces que comprenden la señal inalámbrica 130.

Las señales inalámbricas 130 puede transmitirse en recursos de tiempo-frecuencia. Los recursos de tiempo-frecuencia pueden estar particionados en varias tramas, subtramas, intervalos y/o miniintervalos. El nodo de red 120 puede programar dinámicamente subtramas/intervalos/miniintervalos como enlace ascendente, enlace descendente o una combinación de enlace

ascendente y descendente. Las diferentes señales inalámbricas 130 pueden comprender diferentes tiempos de procesamiento de transmisión.

El nodo de red 120 puede operar en un espectro de frecuencias autorizadas, tal como el espectro LET. El nodo de red 120 también puede operar en un espectro de frecuencias no autorizadas, tal como el espectro wifi de 5 GHz. En un espectro de frecuencia no autorizada, el nodo de red 120 puede coexistir con otros dispositivos, tales como las terminales y los puntos de acceso IEEE 802.11. Para compartir el espectro no autorizado, el nodo de red 120 puede ejecutar protocolos LBT antes de transmitir o recibir señales inalámbricas 130. El dispositivo inalámbrico 110 también puede operar en uno o ambos espectros autorizados o no autorizados y, en algunas realizaciones, también puede ejecutar protocolos LBT antes de transmitir señales inalámbricas 130. El nodo de red 120 y el dispositivo inalámbrico 110 también pueden operar en un espectro compartido autorizado.

Por ejemplo, el nodo de red 120a puede operar en un espectro autorizado y el nodo de red 120b puede operar en un espectro no autorizado. El dispositivo inalámbrico 110 puede operar tanto en un espectro autorizado como en uno no autorizado. En determinadas realizaciones, los nodos de red 120a y 120b pueden configurarse para operar en un espectro autorizado, un espectro no autorizado y un espectro compartido autorizado o cualquier combinación. Si bien el área de cobertura de la celda 115b se ilustra incluida en el área de cobertura de la celda 115a, en determinadas realizaciones las áreas de cobertura de las celdas 115a y 115b pueden superponerse o no superponerse en absoluto.

En determinadas realizaciones, el dispositivo inalámbrico 110 y los nodos de red 120 pueden llevar a cabo la agregación de portadoras. Por ejemplo, el nodo de red 120a puede brindar servicios al dispositivo inalámbrico 110 como un PCell y el nodo de red 120b puede brindar servicios al dispositivo inalámbrico 110 como un SCell. Los nodos de red 120 pueden llevar a cabo la autoprogramación o programación cruzada. Si el nodo de red 120a opera en un espectro autorizado y el nodo de red 120b opera en un espectro no autorizado, el nodo de red 120a puede proporcionar acceso asistido autorizado al espectro no autorizado (es decir, el nodo de red 120a es un PCell LAA y el nodo de red 120b es un SCell LAA).

En realizaciones particulares, el dispositivo inalámbrico 110 puede

señalizar al nodo de red 120 cuáles son las capacidades o combinación de capacidades (p. ej., MIMO, CA, etc.) que soporta el dispositivo inalámbrico 110. Por ejemplo, el dispositivo inalámbrico 110 puede compilar una o más combinaciones de bandas de frecuencia (p. ej., f_1+f_2 ; f_3+f_4 ; $f_1+f_2+f_3+f_4$) soportadas por el dispositivo inalámbrico 110. Cada combinación de bandas de frecuencia comprende una pluralidad de bandas de frecuencia que el dispositivo inalámbrico 110 puede usar conjuntamente para la transmisión o recepción de señales inalámbricas. En la presente, transmisión o recepción se refiere a transmisión, recepción, o transmisión y recepción.

El dispositivo inalámbrico 110 puede compilar un conjunto de capacidades de dispositivo (p. ej., NAICS, MIMO, etc.) soportadas por el dispositivo inalámbrico y armar un mensaje de capacidad. El mensaje de capacidad incluye las una o más combinaciones de bandas de frecuencia soportadas por el dispositivo inalámbrico 110 y una o más combinaciones de las capacidades de dispositivo soportadas por el dispositivo inalámbrico 110. Para cada una de las una o más combinaciones de bandas de frecuencia, el mensaje de capacidad incluye una primera indicación de una o más capacidades de dispositivo soportadas por la combinación de bandas de frecuencia. La primera indicación de las una o más capacidades de dispositivo soportadas por la combinación de bandas de frecuencia comprende, para cada banda de la pluralidad de bandas de frecuencia, una indicación de una de las una o más combinaciones de las capacidades de dispositivo soportadas por la banda cuando se usan en combinación con las otras bandas en la combinación de bandas de frecuencia. El dispositivo inalámbrico 110 puede enviar el mensaje de capacidad al nodo de red 120.

El nodo de red 120 puede recibir, desde el dispositivo de inalámbrico 110, el mensaje de capacidad. El nodo de red 120 puede determinar una configuración para el dispositivo inalámbrico 110 según el mensaje de capacidad. El nodo de red 120 puede enviar la configuración determinada al dispositivo inalámbrico 110. Detalles adicionales se describen más adelante y con respecto a las Figuras 2 a 4.

En la red inalámbrica 100, cada nodo de red 120 puede usar cualquier tecnología de acceso por radio adecuada, tal como la evolución a largo plazo (LTE), LTE avanzada, UMTS, HSPA, GSM, cdma2000, NR, WiMax, wifi y/u otra

tecnología de acceso por radio. La red inalámbrica 100 puede incluir cualquier combinación adecuada de una o más tecnologías de acceso por radio. Con fines de ejemplificación, pueden describirse diferentes realizaciones dentro del contexto de ciertas tecnologías de acceso por radio. Sin embargo, el alcance de la divulgación no se limita a los ejemplos y otras realizaciones pueden usar diferentes tecnologías de acceso por radio.

Conforme se describe arriba, las realizaciones de una red inalámbrica pueden incluir uno o más dispositivos inalámbricos y uno o más tipos diferentes de nodos de red radial capaces de comunicarse con los dispositivos inalámbricos. La red también puede incluir cualquier elemento adicional adecuado para apoyar la comunicación entre dispositivos inalámbricos o entre un dispositivo inalámbrico y otro dispositivo de comunicación (tal como una línea telefónica fija). Un dispositivo inalámbrico puede incluir cualquier combinación adecuada de un *hardware* y/o un *software*. Por ejemplo, en determinadas realizaciones, un dispositivo inalámbrico, tal como un dispositivo inalámbrico 110, puede incluir los componentes que se describen con respecto a la Figura 6A que se presenta a continuación. Asimismo, un nodo de red puede incluir cualquier combinación adecuada de un *hardware* y/o un *software*. Por ejemplo, en determinadas realizaciones, un nodo de red, tal como un nodo de red 120, puede incluir los componentes que se describen con respecto a la Figura 7A que se presenta a continuación.

La señalización inicial usada para la NR supone que el procesamiento MIMO, CoMP (CSI) y NAICS es agnóstico para la banda y la portadora. En otras palabras, supone que la potencia de procesamiento del UE puede aplicarse a cualquiera de las portadoras que podrían configurarse de acuerdo con una combinación de bandas.

Sin embargo, si el procesamiento se vincula a una parte terminal de la cadena de radio, un solo valor de procesamiento MIMO puede no ser suficiente. En este caso, una capacidad puede indicar una capacidad de “potencia de procesamiento MIMO” para varios conjuntos de bandas (p. ej., capacidad de potencia de procesamiento MIMO [capas x portadoras]: Bandas [A, B]: 4 capas x portadoras; Bandas [C, D]: 4 capas x portadoras).

La capacidad puede reflejar una implementación del UE donde las portadoras en las Bandas A y B son servidas por una RF (procesador), y las

portadoras en las Bandas C y D son servidas por otra RF (procesador). Si la red configura el UE con dos portadoras en las Bandas C y D, puede usar como máximo 2 capas MIMO para cada una. Si la red configura una portadora en la Banda A y una portadora en la Banda C, la red puede configurar 2 capas MIMO para la primera (debido a la restricción de RF en la Banda A) y 4 capas MIMO para la Banda C.

Si es demasiado restrictivo que los UE anuncien capacidades de procesamiento acumulativas disponibles para todas las bandas, el UE puede indicar la capacidad de procesamiento MIMO acumulativa para conjuntos de (una o más) bandas. Sin embargo, deben considerarse los casos donde las RF soportan bandas que se superponen (parcialmente), tales como $RF1 = [A, B, C]:[4 \text{ capas}]$, $RF2 = [C, D]:[4 \text{ capas}]$.

La red, cuando se configura el UE con una portadora en la Banda C y una en la Banda D, puede suponer que el UE elige las RF que maximizan las capacidades de procesamiento disponibles. De ser así, la red puede configurar 4 capas en la Banda C y además 4 capas en la Banda D.

Si la red configura 2 portadoras en la Banda C y 1 portadora en la Banda D, la red podría configurar 4 capas para una de las portadoras en la Banda C, pero solo 2 capas para la otra portadora en la banda C y 2 capas para la portadora en la Banda D. Una incógnita es cuál de las 2 portadoras en la Banda C puede configurarse con 4 capas MIMO. Una opción es que la RF2 puede servir a la portadora en la Banda C que está más cercana (en el dominio de frecuencia) a la portadora en la Banda D. Otra incógnita es si el UE también soporta una configuración donde ambas portadoras en la Banda C con 2 capas son servidas por RF1 y donde la portadora en la Banda D es operada con 4 capas por RF2. Una opción es que la red supone que el UE usa una portadora común (de RF1) para servir las dos portadoras de la Banda C si son continuas, pero RF separadas cuando no lo son.

La señalización de capacidad de combinación de bandas LTE no se refiere directamente a las portadoras, sino más bien solo a las bandas. Además, anuncia BandwidthCombinations, es decir, el número de portadoras contiguas que podría servir en esta banda.

Sin embargo, para una específica combinación de bandas intrabanda contigua (p. ej., Clase C [= 2 portadoras]) un dispositivo inalámbrico LTE no

puede indicar que soporta 2 capas MIMO en una y 4 capas MIMO en la otra portadora. Además, el dispositivo inalámbrico LTE no puede anunciar en cuál de las dos portadoras soporta qué funcionalidad. En consecuencia, algunas realizaciones no apuntan a hacer la señalización de la capacidad de NR aún más flexible y genérica de lo que era la señalización de LTE. Realizaciones particulares se focalizan en reducir el tamaño y la complejidad de la estructura de capacidad.

A continuación, se muestra un ejemplo donde un UE puede indicar sus límites totales de procesamiento (completamente independientes de portadoras, bandas y RF) y, además, indicar los límites por bandas en una combinación de bandas.

De acuerdo con la descripción anterior, parece ser que la estructura de RF que indica cuáles son las bandas cubiertas por cuál RF no es suficiente, ya que la red no puede mapear la banda a las portadoras si una banda puede ser cubierta por dos RF. Una opción puede ser que las especificaciones indiquen particulares implementaciones del UE en cuanto a la asignación de portadoras/diferentes tareas a diferentes RF. Otra opción es que la red suponga el peor caso. Un ejemplo se ilustra en la Figura 3.

La Figura 3 es un diagrama de bloque que ilustra un ejemplo de un UE con múltiples grupos de frecuencias de radio (RF) y cadenas de radio. El UE incluye una estructura LTE RF que comprende grupos y cadenas. El UE tiene tres cadenas de RF. La cadena 1.2 puede servir a las bandas B3 y B4, mientras que la cadena 1.1 puede servir a B1, B2 y B3. Nótese que B3 podría ser servida con las cadenas 1.2 o 1.1. La cadena 2.1 sirve cualquier frecuencia portadora proveniente de las bandas B5 y/o B7.

Una solución de NR descrita en la Presentación anterior supone que el UE puede soportar las características de la banda base anunciadas (en una tabla o mediante una fórmula) en cualquiera de las portadoras que podrían configurarse de acuerdo con una combinación de bandas.

Sin embargo, si un procesador se vincula a una parte terminal de la cadena de radio particular, las capacidades de la banda base soportadas por ese procesador pueden no estar disponibles para otras bandas. Para abordar esta limitación, una solución es dividir las capacidades de la banda base e indicar en la tabla de combinación de bandas cuál restricción de capacidad aplica a cuáles

conjuntos de bandas. Podría realizarse tanto para una señalización de capacidad de la banda base basada en tabla como basada en fórmula, como ejemplifica lo que sigue.

Como se explicó anteriormente, una tabla de capacidad de la banda base permite que la red elija un conjunto adecuado de características de la banda base dependiendo del número configurado (y posiblemente de la amplitud de banda) de portadoras. Si tales conjuntos de características de la banda base están solo disponibles para un subconjunto de las bandas/portadoras de una combinación de bandas, la tabla debe en cambio (o, además) asociarse con ese conjunto de bandas dentro de la combinación de bandas.

El siguiente ejemplo supone que el UE incluye solo las combinaciones de bandas de alto nivel y omite todas las combinaciones de bandas de retorno. La estructura de una combinación de bandas facilita indicar múltiples combinaciones de bandas de enlace ascendente para una sola combinación de bandas de enlace descendente. Las combinaciones de bandas de enlace ascendente son las combinaciones de bandas de alto nivel, mientras que las combinaciones de bandas de retorno se omiten.

Ejemplo: Tabla de capacidad de la banda base para conjuntos de
bandas

```
DL-BandCombinationList = [
    bandsDL = [BandX, BandY, BandZ]
    bwClassesDL = [C,A,A] // up to 2 CCs on
Band X; up to 1 on Y and Z
    bwClassesListUL = [
        [A,-,-], // ... with one UL
CC on band X, or
        [-,A,-], // ... with
one UL CC on band Y, or
        [-,-,A] // ... with one UL
CC on band Z
    ]

basebandCapabilities = [
```

```

        bandGroup = [1,0,0] // carriers on band
X share ...
        basebandCapabiltiyTable = 2 // the baseband
capabilities according to table 2
    ], [
        bandGroup = [0,1,1] // carriers on band
Y and Z share ...
        basebandCapabiltiyTable = 2 // the baseband
capabilities according to table 2
    ]
], [
    bandsDL = [BandK, BandL]
    bwClassesDL = [A,D] // 1 CC on
Band K; up to 3 (contiguous) on L
    bwClassesListUL = [
        [A,-], // ... with an
UL CC on band K
    ]

    basebandCapabilties = [
        bandGroup = [1,0] // Carriers on band
K may use ...
        basebandCapabiltiyTable = 2 // the baseband
capabilities according to table 2
    ], [
        bandGroup = [0,1] // carriers on band
L share ...
        basebandCapabiltiyTable = 1 // the baseband
capabilities according to table 1
    ]
]

basebandCapabilityTableList = [

```

```

Table1 = [
    nrofCarriers      = 3
    maxBandwidth      = 80MHz
    mimoLayers        = 4
    NAICS              = 0MHz
]

Table2 = [
    nrofCarriers      = 2
    totalBandwidth    = 40Mhz
    mimoLayers        = 2
    NAICS              = 0MHz
], [
    nrofCarriers      = 1
    totalBandwidth    = 20MHz
    mimoLayers        = 4
    NAICS              = 0MHz
], [
    nrofCarriers      = 1
    totalBandwidth    = 20MHz
    mimoLayers        = 2
    NAICS              = 20MHz
]
]

```

Como se aprecia del ejemplo anterior, el UE señala la siguiente información a la red:

- El UE anuncia dos combinaciones de bandas, en donde una primera combinación de bandas contiene bandas de enlace descendente [BandX, BandY y BandZ] y la segunda combinación de bandas contiene bandas de enlace descendente [BandK, BandL].
- Cuando se configura con portadoras de enlace descendente de acuerdo con la primera combinación de bandas, el UE es capaz de tener una portadora de enlace ascendente en cualquiera de las bandas en la

primera combinación de bandas.

- Cuando se configura con portadoras de enlace descendente de acuerdo con la segunda combinación de bandas, el UE es capaz de tener una portadora de enlace ascendente en la BandK.
- Dentro de cada combinación de bandas el UE define los grupos de bandas. En la primera combinación de bandas, el primer grupo de bandas comprende BandX y el segundo grupo de bandas comprende BandY y BandZ. En la segunda combinación de bandas, el primer grupo de bandas comprende BandK y el segundo grupo de bandas comprende BandL.
- El UE además define dos tablas de capacidad de la banda base. La primera tabla incluye un conjunto de capacidades de la banda base. La segunda tabla incluye tres conjuntos de capacidades de la banda base donde los conjuntos además especifican diferentes combinaciones de capacidades de la banda base. Por ejemplo, los dos conjuntos se refieren ambos a un máximo de una portadora de 20 MHz, pero el UE puede manejar NAICS con 2 capas MIMO o alternativamente ningún NAICS, pero 4 capas MIMO.
- Después, el UE vincula los grupos de bandas a las tablas de capacidad de la banda base.

Este formato particular de señalización es solo una manera de realizar realizaciones particulares. Por ejemplo, la conexión de las tablas a los grupos de bandas podría hacerse con diversas maneras de numerar o indexar la información. Por ejemplo, algunas realizaciones asignan un índice a las bandas y/o combinaciones de bandas, y otro índice a las tablas de capacidad de la banda base. Esos índices pueden vincularse juntos con mapas de bits u otra señalización.

En realizaciones particulares, la información de capacidad se señala explícitamente, pero la especificación estándar incluye un conjunto suficientemente grande de diversas capacidades alternativas de la banda base (es decir, capacidades de conjuntos o “tablas”) a las que el UE puede apuntar para las diversas bandas y/o grupos de bandas. Esto reduciría la señalización, porque la información de la tabla no se transmitiría sobre la interfaz de aire, solo un índice o apuntador o referencia a la tabla en la especificación.

La descripción de realizaciones particulares usa la palabra “Tabla” para denotar información organizada para describir, p. ej., capacidades de la banda base. La información no tiene que ser representada por una tabla propiamente dicha. Puede organizarse y señalizarse en cualquier formato o estructura de señalización, siempre que describa de manera adecuada un conjunto de capacidades de la banda base. Tal tabla puede describirse mediante una estructura de mensaje ASN.1 en un protocolo de señalización tal como el protocolo de control de recursos de radio (RRC). Para NR, la especificación tiene el número 38.331.

Algunas realizaciones pueden usar una fórmula y un UE puede anunciar capacidades de procesamiento y costos por conjuntos de portadoras como se describe en los siguientes ejemplos. En estas realizaciones, el UE señala cuántos “créditos” de procesamiento necesita para llevar a cabo una cierta función. Por ejemplo, para un grupo particular de bandas, un UE puede tener 1000 créditos para procesar. El UE informa, a través de su información de capacidad, cuántos créditos necesita para llevar a cabo, p. ej., 8x8 MIMO en un grupo particular (por ejemplo, 250), o 100 para 4x4, etc., y cuántos créditos NAICS usaría para el mismo grupo, etc.

La red puede configurar funciones en ese grupo de portadoras, siempre que no se agote el límite de créditos (1000). Esto facilita un enfoque flexible para capacidades de señalización, y para que la red decida en qué combinaciones de portadoras y recursos asignar desde un grupo de bandas. El límite de créditos puede ser un valor fijo, establecido en las especificaciones, o explícitamente señalado en el mensaje de información de capacidad enviado del UE a la red.

Función de costo de capacidad del UE: ejemplo ASN.1

BandCombinationList ::= SEQUENCE (SIZE
(1..maxSimultaneousBandCombinations)) OF BandCombination

BandCombination ::= SEQUENCE {
 bandsDL SEQUENCE (SIZE
(1..maxSimultaneousBands-r10))

OF FreqBandIndicator

BandCombinationVariantList SEQUENCE (SIZE (1..maxBC-Variants) OF BandCombinationVariant,

}

BandCombinationVariant ::= SEQUENCE {
 bwClassesDL SEQUENCE (SIZE
 (1..maxSimultaneousBands)) OF CA-BandwidthClass-DL
 bwClassesListUL SEQUENCE (SIZE
 (1..maxBwClassesPerBandCombination) OF BwClassesUL
 processingLimitListDL SEQUENCE (SIZE (1..maxProcessingLimits)
 OF ProcessingLimitListDL
 }

BwClassesUL ::= SEQUENCE (SIZE (1..maxSimultaneousBands)) OF CA-BandwidthClass-UL

ProcessingLimitListDL ::= SEQUENCE {SIZE (1..maxProcessingLimits)
 OF ProcessingLimitDL

ProcessingLimitDL ::= SEQUENCE {
 bandGroup BITSTRING (SIZE
 (1..maxSimultaneousBands)),
 processingLimitValue INTEGER(0..65535)
 }

--

...

ueProcessingLimit INTEGER(0..65535) OPTIONAL,

processingCostMIMO ::= SEQUENCE {
 ueProcCostMIMO-DL-2LayerPerCC
 INTEGER(0..65535) OPTIONAL,

```

ueProcCostMIMO-DL-4LayerPerCC
INTEGER(0..65535)    OPTIONAL,
ueProcCostMIMO-UL-2LayerPerCC
INTEGER(0..65535)    OPTIONAL,
ueProcCostMIMO-UL-4LayerPerCC
INTEGER(0..65535)    OPTIONAL,

```

```

bandGroupProcCostMIMO-DL-2LayerPerCC  INTEGER(0..65535)
OPTIONAL,
bandGroupProcCostMIMO-DL-4LayerPerCC  INTEGER(0..65535)
OPTIONAL,
bandGroupProcCostMIMO-UL-2LayerPerCC  INTEGER(0..65535)
OPTIONAL,
bandGroupProcCostMIMO-UL-4LayerPerCC  INTEGER(0..65535)
OPTIONAL

```

```

}

```

```

processingCostCSI ::= SEQUENCE {
    ueProcCostCSI-perProcess
    INTEGER(0..65535)    OPTIONAL,
    bandGroupProcCostCSI-perProcess
    INTEGER(0..65535)    OPTIONAL
}

```

```

processingCostNaicsPerPhysicalResourceBlock ::= SEQUENCE {
    ueProcCostNAICS-perPRB
    INTEGER(0..65535)    OPTIONAL,
    bandGroupProcCostNAICS-perPRB
    INTEGER(0..65535)    OPTIONAL
}

```

```

...

```

Función de costo de capacidad del UE: capacidades ejemplares que señalizan
de un UE a la red

```
DL-BandCombinationList = [
    bandsDL = [BandX, BandY, BandZ]
    BandCombinationVariantList = [
        bwClassesDL = [C,A,A]                                // up to 3
        CCs on Band X; up to 1 on Y and Z
        bwClassesListUL = [
            [A,-,-],                                           // ... with
            one UL CC on band X, or
            [-,A,-],                                           // ...
            with one UL CC on band Y, or
            [-,-,A]                                           // ... with
            one UL CC on band Z
        ]
        processingLimitListDL = [
            bandGroup                                           = [1,0,0]    // carriers on
            band X share ...
            bandGroupProcLimit   = 500                        // proc. capabilities
            of 500
        ], [
            bandGroup                                           = [0,1,1]    // carriers on
            band Y and Z share ...
            bandGroupProcLimit   = 800                        // proc.
            capabilities of 800
        ],[
            bwClassesDL = [A,A,C]                                // up to 1
            carrier on Band X and Y; up to 3 on Z
            bwClassesListUL = [
                [A,-,-],
                [-,A,-],
                [-,-,C]
            ]
            processingLimitListDL = [
```

```

        bandGroup = [1,1,0] // carriers on
band X and Y share ...
        bandGroupProcLimit = 500 // proc.
capabilities of 500
    ], [
        bandGroup = [0,0,1] // carriers on
band Z share ...
        bandGroupProcLimit = 800 // proc.
capabilities of 800
    ]
]
].[
    bandsDL = [BandW, BandX]
    BandCombinationVariantList = [
        bwClassesDL = [C,C] // up to 3
carriers on Band W; up to 3 X
        bwClassesListUL = [
            [A,-],
            [-,A]
        ]
        processingLimitListDL = [] // only per-UE processing
limits apply.
    ]
]

ueProcessingLimit = 2000

processingCostMIMO = [
    -,
    -,
    -,
    -,
    200,
    400,

```

```

    -,
    -
]

processingCostCSI = [
    300,
    -
]

processingCostNaicsPerPhysicalResourceBlock = [
    2,
    2
]

```

En el ejemplo anterior, el UE señala dos combinaciones de bandas (una con BandX, BandY, BandZ y una con BandW, BandX). Para la primera combinación de bandas, el UE anuncia dos variantes diferentes de combinación de bandas que difieren en el número de portadoras que soporta el UE en cada una de las bandas. Para la segunda combinación de bandas, el UE anuncia solo una variante de combinación de bandas.

Para cada variante de combinación de bandas, el UE indica las bandas/portadoras de enlace ascendente configurables que puede configurar el NW. Y puede definir grupos de bandas como en el ejemplo anterior. A diferencia del ejemplo anterior, el UE proporciona un límite de procesamiento para el grupo de bandas (bandGroupProcLimit).

En el presente ejemplo, la primera variante de la primera combinación de bandas define un grupo de bandas de BandY y BandZ que comparten la misma capacidad de procesamiento de la banda base, mientras que la capacidad de procesamiento para el procesamiento de BandX es independiente de la capacidad de la banda base de la Banda Y y la Banda Z. Los créditos son 800 y 500, respectivamente. Aquí, se supone que el límite de créditos se señala. Sin embargo, también es posible que el crédito sea un valor fijo, y después el costo relativo se dé en términos de función de la banda base. También puede

apreciarse que el último grupo [BandW, BandX] no tiene ningún crédito separado, pero depende de un crédito total (o límite) de 2000 créditos.

El UE puede proporcionar información de costo que indica cuántos créditos se requieren para llevar a cabo, p. ej., MIMO en un procesador. Esto podría realizarse como un mensaje que porta una secuencia de valores para, p. ej., [transmitir diversidad, 2x2, 4x4, 8x8...]. Configurar, p. ej., 8x8 MIMO podría costar entonces, p. ej., 400 créditos, lo que significaría que en una combinación de bandas que ha anunciado, p. ej., 500 créditos, solo puede configurarse un número limitado de funciones adicionales.

Cabe señalar que en otra realización los grupos de bandas, como en la realización resumida anteriormente, podrían definirse directamente en la combinación de bandas (es decir, podría usarse sin “variantes de combinación de bandas”).

Realizaciones particulares pueden indicar explícitamente todas las combinaciones de bandas y el UE puede informar sus combinaciones de bandas soportadas mediante un mapa de bits (cada bit representa una combinación de bandas en la tabla). Sin embargo, tales listas pueden hacerse largas y, por lo tanto, el UE tendría que señalar mapas de bits correspondientemente largos. Realizaciones particulares suponen que un UE que soporta la agregación de muchas portadoras también soportará las combinaciones de retorno. Si se omiten (como ya se hizo en LTE Rel-13) y si las capacidades de la banda base/procesamiento se separan de las capacidades de RF, la señalización explícita de números de banda en el IE de la combinación de bandas CA puede ser más eficiente que un mapa de bits.

Cuando se omiten combinaciones de bandas de retorno y cuando se dividen las RF de capacidades de procesamiento, el número de entradas de la combinación de bandas señalizadas se hace pequeño en comparación con el número total de combinaciones de bandas definidas. Por lo tanto, puede ser más eficiente señalar explícitamente números de banda en el IE de la combinación de bandas (en lugar de referirse a un índice).

Como se detalló anteriormente, los LTE UE duplican las entradas de combinación de bandas para ofrecer la configuración de agregación de portadoras de enlace descendente en combinación con diferentes configuraciones de portadoras de enlace ascendente. El UE anuncia solo la

combinación de bandas de nivel superior que disminuye las combinaciones de bandas que anuncia un UE. Además, realizaciones particulares incluyen una lista de combinaciones de bandas de enlace ascendente soportadas en la combinación de bandas de enlace descendente (alto nivel) en lugar de duplicar la totalidad de la combinación de bandas. Esto evita duplicar los números de bandas y otras capacidades de enlace descendente relacionadas.

El UE puede anunciar varias combinaciones de bandas de enlace ascendente (varias listas BandwidthClasses de enlace ascendente) en una sola combinación de bandas de enlace descendente en lugar de duplicar la totalidad de la combinación de bandas de enlace descendente.

Realizaciones particulares incluyen la capacidad de señalización para aberturas de medición. En LTE, el UE indica como parte de la entrada de la combinación de bandas si requiere aberturas para llevar a cabo mediciones en portadoras de ciertas bandas. En otras palabras, en cada combinación de bandas hay un mapa de bits en donde cada bit identifica una banda de interés por medir. Considerando el gran número de entradas de la combinación de bandas que transporta un LTE UE en sus capacidades, la sobrecarga debida a los mapas de bits adicionales es significativa.

Si una futura especificación define una solución para reducir el número de combinaciones de bandas indicadas (p. ej., indicando explícitamente solo las combinaciones de bandas de alto nivel), la inclusión de los mapas de bits puede ser más aceptable. Sin embargo, el UE tendría que indicar la “needForGaps” teniendo en cuenta la configuración del peor caso (combinación de bandas de nivel superior). Probablemente, esas configuraciones requerirían aberturas para cualquier medición entre portadoras, es decir, probablemente indicaría para todas las bandas que necesita aberturas.

Realizaciones particulares, por lo tanto, incluyen la posibilidad de reemplazar la costosa señalización explícita por un conjunto de reglas, según las cuales la red puede determinar en cuál configuración de portadora un UE es capaz de llevar a cabo mediciones sin aberturas. Aunque esto da lugar a unas pocas ocasiones en las que la red configura aberturas a pesar de que el UE podría haber realizado las mediciones sin ellas, puede ser aceptable si se tiene en cuenta que las mediciones interfrecuencia y las aberturas se configuran típicamente solo si un UE está a punto de dejar la portadora servidora o probar

el equilibrio de cargas entre frecuencias. En otros momentos, los UE operan sin aberturas. Aun cuando un UE se configure con aberturas de medición, esto no hace mella en el rendimiento de extremo a extremo del UE si la red también tiene otros UE para programar, y si la red puede compensar las aberturas de manera que la red pueda programar otro UE mientras un primer UE tiene una abertura de medición.

Lo que sigue indica una serie de observaciones y propuestas para definir reglas según las cuales la red puede determinar “needForGaps” del UE sin señalización costosa. Para la agregación de “portadoras continuas” la mayoría de los UE usan una RF simple. Por lo tanto, las mediciones interfrecuencia en portadoras no servidoras en la misma banda causan problemas técnicos si la portadora pudiera configurarse como celda servidora o de otra manera requeriría aberturas. La red supone que el UE necesita aberturas para medir portadoras que son continuas con la celda servidora configurada, incluso si esa portadora adicional pudiera configurarse como celda servidora adicional. Las mediciones interfrecuencia e interRAT efectuadas por una RF adicional y actualmente sin usar (parte terminal de la cadena de radio) pueden llevarse a cabo sin aberturas y sin problemas técnicos. Los UE llevan a cabo agregación de portadoras interbanda (¿e intrabanda no contigua?) mediante RF separadas.

Nótese que esto supone básicamente que un UE solo puede llevar a cabo mediciones sin aberturas en portadoras que este podría usar como SCell. El NW supone que el UE no requiere aberturas de medición o problemas técnicos para mediciones en una portadora interbanda (o intrabanda no contigua) que podría configurarse como celda servidora adicional (además de la configuración actual del UE).

Una red LTE o UMTS lleva a cabo la gestión de recursos de radio (RRM) y configura los UE de una manera que maximiza el rendimiento (productividad, tasa de transmisión de datos, latencia, consumo de energía, etc.) desde la perspectiva del sistema y del usuario final. Para hacerlo, la red necesita percatarse de las capacidades de cada UE.

En LTE, el UE no es capaz de cambiar sus capacidades (excepto mediante transición a través de DETACH/ATTACH). Este principio evita la señalización adicional, pero, lo que es más importante, adecúa la elección del

diseño en el cual la gestión de recursos de radio (RRM) es llevada a cabo por una entidad solamente, es decir, por la red.

Para llevar a cabo esta tarea, la red mantiene una visualización general de la red, de los UE conectados, sus condiciones de radio y sus capacidades. Si un UE fuera capaz de ajustar sus capacidades (p. ej., al indicar o retirar el soporte para ciertas bandas), se convertiría en una negociación entre la red y el UE, lo que aumentaría la carga de señalización Uu y podría contrarrestar las acciones de RRM iniciadas por la red.

El conjunto completo de capacidades del UE puede ser estático, es decir, el UE puede no cambiar sus capacidades, excepto durante DETACH/ATTACH (esto no debería impedir mejoras tales como, p. ej., capacidades solicitadas por la red).

En ciertas situaciones, un UE no puede cumplir sus capacidades “habituales”. Esas podrían ser problemas temporales, tales como una CPU sobrecalentada, que hasta cierto punto podría manejarse internamente en el UE mediante la caída temporal de rendimiento. Pero también podría deberse al deseo de compartir una parte terminal de la cadena de radio u otros componentes con otra tecnología de acceso de radio (RAT) (p. ej., wifi). Aunque el primero sería probablemente un caso raro, este último podría presentarse con frecuencia y tal vez cambiaría de manera muy dinámica. Aunque algunas realizaciones pueden incluir medios generales para apartarse (temporalmente) de las capacidades del UE, realizaciones particulares incluyen restricciones para evitar la señalización y carga de procesamiento intolerables (reconfiguraciones frecuentes), bajo rendimiento de RRM y bajos indicadores clave de rendimiento (KPI) de la red. Por lo tanto, realizaciones particulares pueden prohibir cambios a las capacidades del UE por medio de temporizadores. Por ejemplo, puede permitirse que el UE baje el nivel de sus capacidades a un subconjunto de sus capacidades generales. Un temporizador puede prohibir una posterior subida de nivel. Tal enfoque evita interacciones indeseadas con la RRM del lado de la red y sigue principios similares como el indicador de preferencia de potencia en LTE.

En LTE, se ha usado el concepto de coexistencia en dispositivo (IDC) para indicar ciertas limitaciones y restricciones debido a problemas de radio causados por la interferencia proveniente de portadoras adyacentes (p. ej., wifi y Banda 40). Pero más tarde también se permitió su uso para indicar problemas cuando

LTE-LAA y wifi compartían una parte terminal de la cadena de radio. En lugar de tal esquema, realizaciones particulares pueden combinar tal funcionalidad en el marco de señalización de capacidad (p. ej., indicar que temporalmente no puede usarse una cierta banda o combinación de bandas). Aunque esto puede ser útil para una RF compartida (wifi y NR en 5 GHz), parece menos adecuada para casos donde, p. ej., solo un subconjunto de las portadoras en una banda es actualmente no usable (si, p. ej., solo los 40 MHz superiores en la Banda 40 interferidos por una wifi que opera en la banda ISM adyacente).

La NR soporta medios mediante los cuales un UE puede indicar restricciones (temporales) de sus capacidades para considerar, p. ej., una CPU sobrecargada/recalentada o restricciones debidas a otras RAT activas. Realizaciones particulares no dañan el rendimiento y la estabilidad del usuario y la red.

Como línea base, el UE puede indicar restricciones (temporales) de su conjunto completo de capacidades. Puede regresar a un súper conjunto de estas capacidades restringidas recién después del vencimiento de un temporizador de prohibición configurado por la red. Las capacidades que el UE puede restringir pueden especificarse explícitamente en una especificación.

Un UE puede tener medios para indicarle restricciones temporales de sus capacidades a la red. Las siguientes consideraciones pueden influir realizaciones particulares en el diseño de capacidades de la NR: (a) reparto de hardware entre NR y otras tecnologías, p. ej., WLAN, BT, GPS, etc.; (b) interferencia entre NR y otras tecnologías, p. ej., WLAN, BT, GPS, etc.; (c) problemas excepcionales del UE (p. ej., problemas de recalentamiento); (d) las capacidades de acceso de radio del UE son estáticas y el cambio es para limitar temporalmente (p. ej., bajo control de la red) la disponibilidad de algunas capacidades, p. ej., debido a reparto de hardware, interferencia o sobrecalentamiento; (e) la restricción temporal de capacidad puede ser transparente al núcleo NG, es decir, solo se almacena capacidad estática en el núcleo NG; y (f) el UE señala la solicitud de restricción temporal de capacidad al gNB.

UE-EUTRA-Capability ::=	SEQUENCE {
accessStratumRelease	AccessStratumRelease,

ue-Category	INTEGER (1..5),
pdcp-Parameters	PDCP-
Parameters,	
phyLayerParameters	
PhyLayerParameters,	
rf-Parameters	RF-Parameters,
measParameters	MeasParameters,
featureGroupIndicators	BIT STRING (SIZE (32))
OPTIONAL,	
interRAT-Parameters	SEQUENCE {
utraFDD	
IRAT-ParametersUTRA-FDD	OPTIONAL,
utraTDD128	IRAT-
ParametersUTRA-TDD128	OPTIONAL,
utraTDD384	IRAT-
ParametersUTRA-TDD384	OPTIONAL,
utraTDD768	IRAT-
ParametersUTRA-TDD768	OPTIONAL,
geran	IRAT-
ParametersGERAN	OPTIONAL,
cdma2000-HRPD	IRAT-
ParametersCDMA2000-HRPD	OPTIONAL,
cdma2000-1xRTT	IRAT-
ParametersCDMA2000-1XRTT	OPTIONAL
},	
nonCriticalExtension	UE-EUTRA-Capability-
v920-IEs	OPTIONAL
}	

Un IE separado que contiene combinaciones de bandas (BC) LTE/NR puede permitir explícitamente que los UE reflejen sus capacidades con mayor exactitud (en comparación con una matriz que relaciona combinaciones de bandas LTE y NR).

Para las combinaciones de bandas, puede usarse indexación para dos propósitos. En primer lugar, puede usarse un índice para vincular la combinación de bandas. En vez de definir una lista de elementos de “combinación de bandas EN-DC” en la señalización de capacidad que define explícitamente bandas LTE y NR, una matriz puede vincular una “combinación de bandas LTE” con una “combinación de bandas NR”. Para vincular por medio de una matriz, cada LTE-BC y cada NR-BC se asocia con un índice.

Un segundo propósito usa un índice para abstraer otras configuraciones actuales del nodo DC. En LTE DC, ambos nodos pueden incluir la configuración del otro grupo de celdas para determinar cuál configuración (adicional) es posible para su propio grupo de celdas. Para evitar eso, para que los nodos LTE y NR incluyan la configuración de cada uno, podrían indicar las combinaciones de bandas (y posiblemente otras combinaciones de capacidad) que todavía están (o no) disponibles para el otro nodo. Esto también podría hacerse mediante una lista de índices de combinación de bandas.

Una desventaja del primer propósito de indexación es que ambos nodos deberían al menos ser capaces de incluir las frecuencias de las combinaciones de bandas que soporta el UE (de manera que el LTE MeNB pueda determinar si el UE soporta una LTE+NR BC que se adapta a su configuración NW). Además, puede ser útil que los nodos puedan evaluar cuál combinación de bandas maximizaría el rendimiento general.

Por otro lado, vincular las LTE-BC a NR-BC por medio de un índice aumenta la sobrecarga debido a los números adicionales de matriz y/o índice. También es probable que ninguno de los LTE BC existentes pueda relacionarse con una NR BC, es decir, los UE incluirán probablemente LTE-BC adicionales (retornos) y relacionarán solo esas a las NR BC.

Con una matriz particular, el UE indicaría cuáles combinaciones de bandas LTE pueden configurarse en combinación con cuáles combinaciones de bandas NR. Esto parece atractivo porque, de todos modos, el UE indica sus combinaciones de bandas para una operación de tecnología de acceso de radio (RAT) simple. Por lo tanto, la única sobrecarga es la matriz. Sin embargo, si LTE y NR comparten RF o componentes de la banda base en el UE, probablemente las entradas de la combinación de bandas aplicables para una operación de RAT simple no sean aplicables para el modo de conectividad dual. Esto aplica en

particular también para la `interFreqNeedForGaps`, que probablemente se ve afectada si el UE además se configura con una portadora NR. Por lo tanto, el UE puede incluir una “combinación de bandas de retorno LTE” adicional solo para vincularlas a combinaciones de bandas NR y viceversa.

Un UE que comparte RF y/o componentes de la banda base entre NR y LTE puede incluir una “combinación de bandas de retorno LTE” adicional para vincularlas a combinaciones de bandas NR y viceversa. Además, la conexión de combinaciones de bandas NR con combinaciones de bandas LTE por medio de una matriz conlleva el riesgo de propagar los actuales problemas de señalización de capacidad a la NR. En particular, es posible que un UE indique explícitamente todas las “combinaciones de bandas de retorno NR” para combinarlas con diferentes combinaciones de bandas LTE. Una matriz de combinaciones de bandas LTE y NR conlleva el riesgo de que los UE anuncien explícitamente todas las combinaciones de bandas de retorno NR (y LTE).

Realizaciones particulares pueden incluir una capacidad nueva y más austera que señala también para LTE. En algunas realizaciones, un IE dedicado que contiene las combinaciones de bandas LTE+NR comprende una señalización de capacidad austera (p. ej., que solo indica combinaciones de bandas de alto nivel; que separa capacidades de banda base de capacidades de RF; función de costo para expresar dependencias de características de procesamiento pesado; etc.) también para LTE. Un IE dedicado que contiene las combinaciones de bandas LTE+NR puede facilitar una señalización de capacidad más austera también en LTE.

Además, las capacidades por RAT (p. ej., capacidad UE-EUTRA, capacidad UE-NR) pueden contener características que son solo aplicables o significativas cuando esa RAT es el máster (p. ej., parámetros interRAT, capacidades relacionadas con posicionamiento, CSG, interoperabilidad con WLAN, LTE-DC, etc.). Algunas características un UE solo puede soportar cuando está en modo RAT simple (p. ej., MBMS, comunicación y descubrimiento entre dispositivos, cobertura extendida, etc.). Si esos parámetros de capacidad no se incluyen en la combinación de bandas, la señalización puede incluir campos adicionales para indicar esas restricciones. Si los campos están en la combinación de bandas, puede conducir a la duplicación adicional de entradas

de la combinación de bandas en las RAT. En consecuencia, el enfoque de matriz de capacidad para la conectividad dual LTE/NR puede no ser óptimo.

Realizaciones particulares pueden incluir capacidades de conectividad dual LTE/NR en el IE de capacidad UE-EUTRA cuando LTE es el máster. En particular, algunas realizaciones añaden las bandas NR a las entradas de la combinación de bandas LTE.

Para evitar especificar los campos de capacidad y los IE en dos especificaciones, realizaciones particulares especifican capacidades relacionadas con NR en las series 3GPP 38 y las usan como contenedores transparentes en las capacidades LTE.

Las capacidades UE-EUTRA para Rel-15 pueden contener un IE que recolecta capacidades por UE aplicables cuando se configura la EUTRA-NR DC. El IE puede contener parámetros específicos de LTE y (principalmente) una OCTET STRING con un IE proveniente de la especificación de la NR.

-- ASN1START

```

UE-EUTRA-Capability-v15xy-IEs ::= SEQUENCE {
    lteNrDualConnectivity                ENDC-Capabilities-v15xy
                                     OPTIONAL,
    nonCriticalExtension                  SEQUENCE {}
                                     OPTIONAL
}

```

...

```

ENDC-DC-Capabilities-v15xy ::= SEQUENCE {
    eutra-specific-Capabilities SEQUENCE {
        -- EUTRA capabilities applicable when configured with LTE-NR DC
        (if any)

    },

```

```

        nr-specific-Capabilities          OCTET STRING (CONTAINING
UE-ENDC-NR-Capability-Container-15xy)
        OPTIONAL
    }

```

Las capacidades UE-NR para Rel-15 pueden contener IE que recolectan capacidades NR aplicables cuando se configura la EUTRA-NR DC.

```

UE-ENDC-NR-Capability-Container-15xy ::= SEQUENCE {
    pdcp-Parameters                      PDCP-
Parameters,
    phyLayerParameters
PhyLayerParameters,
    rf-Parameters                      RF-Parameters,
    ...
}

```

Los parámetros de la combinación de bandas de EUTRA pueden incluir bandas NR para EN-DC.

```

BandCombinationParameters-r13 ::= SEQUENCE {
    differentFallbackSupported-r13  ENUMERATED {true}
        OPTIONAL,
    bandParameterList-r13          SEQUENCE          (SIZE
(1..maxSimultaneousBands-r10)) OF
    BandParameters-r13,
    supportedBandwidthCombinationSet-r13
SupportedBandwidthCombinationSet-r10  OPTIONAL,
    multipleTimingAdvance-r13        ENUMERATED      {supported}
        OPTIONAL,
    simultaneousRx-Tx-r13            ENUMERATED      {supported}
        OPTIONAL,
    bandInfoEUTRA-r13                BandInfoEUTRA,
    dc-Support-r13                   SEQUENCE {

```

```

asynchronous-r13          ENUMERATED    {supported}
        OPTIONAL,
supportedCellGrouping-r13 CHOICE {
        threeEntries-r13          BIT
STRING (SIZE(3)),
        fourEntries-r13          BIT
STRING (SIZE(7)),
        fiveEntries-r13          BIT
STRING (SIZE(15))
        }
        OPTIONAL
    }
        OPTIONAL,
supportedNAICS-2CRS-AP-r13 BIT    STRING    (SIZE
(1..maxNAICS-Entries-r12))    OPTIONAL,
commSupportedBandsPerBC-r13 BIT    STRING    (SIZE    (1..
maxBands))    OPTIONAL
}

```

```

BandParameters-r15 ::= SEQUENCE {
    CHOICE {
        bandEUTRA    BandParameters-r13,
        bandNR        OCTET STRING (CONTAINING NR-
BandParameters)
    }
}

```

```

BandParameters-r13 ::= SEQUENCE {
    bandEUTRA-r13          FreqBandIndicator-r11,
    bandParametersUL-r13    BandParametersUL-r13
        OPTIONAL,
    bandParametersDL-r13    BandParametersDL-r13
        OPTIONAL,

```

```

supportedCSI-Proc-r13          ENUMERATED {n1, n3, n4}
                                OPTIONAL
}

```

BandParametersUL-r13 ::= CA-MIMO-ParametersUL-r10

```

CA-MIMO-ParametersUL-r10 ::= SEQUENCE {
    ca-BandwidthClassUL-r10          CA-BandwidthClass-r10,
    supportedMIMO-CapabilityUL-r10  MIMO-CapabilityUL-r10
                                OPTIONAL
}

```

BandParametersDL-r13 ::= CA-MIMO-ParametersDL-r13

```

CA-MIMO-ParametersDL-r13 ::= SEQUENCE {
    ca-BandwidthClassDL-r13          CA-
BandwidthClass-r10,
    supportedMIMO-CapabilityDL-r13  MIMO-CapabilityDL-r10
                                OPTIONAL,
    fourLayerTM3-TM4-r13
    ENUMERATED {supported}          OPTIONAL,
    intraBandContiguousCC-InfoList-r13  SEQUENCE (SIZE
(1..maxServCell-r13)) OF
    IntraBandContiguousCC-Info-r12
}

```

Realizaciones particulares pueden distinguir entre operación NR independiente y no independiente. En realizaciones particulares, un UE incluye las capacidades EUTRA UE tradicionales, la nueva estructura de capacidad NR UE y una “matriz” que combina las dos. Sin embargo, al menos los UE iniciales no soportan la operación NR independiente. Al menos esa información se transmite en los IE inter-RAT dentro de las capacidades LTE, de manera que la red LTE sabe si esto puede cambiar o no el UE a NR o usarlo solo en modo DC.

Elemento de información *UE-EUTRA-Capability*

-- ASN1START

```

UE-EUTRA-Capability ::=
    accessStratumRelease
    ue-Category
    pdcp-Parameters
Parameters,
    phyLayerParameters
    PhyLayerParameters,
    rf-Parameters
    measParameters
    featureGroupIndicators
        OPTIONAL,
    interRAT-Parameters
        utraFDD
        IRAT-ParametersUTRA-FDD
        utraTDD128
ParametersUTRA-TDD128
        utraTDD384
ParametersUTRA-TDD384
        utraTDD768
ParametersUTRA-TDD768
        geran
ParametersGERAN
        cdma2000-HRPD
ParametersCDMA2000-HRPD
        cdma2000-1xRTT
ParametersCDMA2000-1XRTT
    },
    nonCriticalExtension
v920-IEs
    OPTIONAL
    }
SEQUENCE {
    AccessStratumRelease,
    INTEGER (1..5),
    PDCP-
Parameters,
    RF-Parameters,
    MeasParameters,
    BIT STRING (SIZE (32))
    SEQUENCE {
        OPTIONAL,
        IRAT-
        OPTIONAL,
        IRAT-
        OPTIONAL,
        IRAT-
        OPTIONAL,
        IRAT-
        OPTIONAL,
        IRAT-
        OPTIONAL
    }
    UE-EUTRA-Capability-
    OPTIONAL
}

```

...

Un UE que no soporta NR en modo independiente puede no indicar “NR” en los parámetros inter-RAT. Sin embargo, la lista también se menciona desde dentro de los `measParameters` (`InterRAT-BandList`→`InterRAT-BandInfo`→`interRAT-NeedForGaps`) para indicar si el UE requiere aberturas para medir las bandas NR (incluido el caso cuando la LTE/NR DC no está todavía configurada). Por lo tanto, incluso los UE que no soportan NR independiente (en todas sus portadoras NR) deberían indicar las bandas NR en los parámetros inter-RAT. Los UE indican en `UE-EUTRA-Capability`→`interRAT-Parameters`→`IRAT-ParametersNR` cuáles bandas NR soportan y si soportan NR en modo independiente.

En realizaciones particulares, un MeNB puede indicar `maximumConfiguration` al SgNB. En LTE DC, el MeNB y SgNB incluyen las capacidades del UE y la configuración del UE. Ambos nodos pueden elegir una configuración (del lado MCG y SCG) que no exceda las capacidades del UE. Para evitar condiciones de carrera (p. ej., SgNB y MeNB eligen simultáneamente una configuración “más grande”, de manera que la combinación de las dos nuevas configuraciones excede las capacidades del UE), el MeNB es el guardián de seguridad que verifica la configuración combinada antes de reenviarla al UE.

En la interoperabilidad LTE/NR, los dos nodos pueden no ser capaces de incluir las otras capacidades o configuración RAT. Conforme se describe arriba, los “conjuntos de combinación de características” (p. ej., entradas de la combinación de bandas) de ambas RAT pueden numerarse y mencionarse en una matriz o lista. Cuando un nodo de red (p. ej., MeNB) elige una nueva configuración para el UE (p. ej., configuración MCG), el nodo de red determina los “conjuntos de combinación de características” con los cuales es compatible la configuración. Mediante la matriz mencionada anteriormente, el nodo de red también determina los “conjuntos de combinación de características” que todavía están disponibles para la otra RAT (SgNB). Por lo tanto, el otro nodo puede determinar una configuración que está en los límites de cualquiera de las configuraciones disponibles sin entender la configuración real que determinó la otra RAT.

Esta realización es similar a la negociación capacidad/configuración LTE DC, pero sin necesidad de incluir las capacidades/configuraciones de la RAT del otro nodo.

Un problema particular es que cualquier cambio de la configuración de un nodo (MCG o SCG) que da lugar a un cambio de los “conjuntos de combinación de características” que están disponibles requiere un intercambio con el nodo par. En LTE DC, el MeNB tiene la libertad de enviar reconfiguraciones directamente al UE si son compatibles con la configuración actual de los UE. Para LTE DC/NR, el SgNB puede ser capaz de transmitir reconfiguraciones al UE directamente (por medio de un SCG SRB) si esa reconfiguración es compatible con la configuración actual del UE.

Es probable que muchas reconfiguraciones tengan un impacto en las capacidades del UE, es decir, en la lista de “conjuntos de combinación de características” compatibles. Por lo tanto, si la lista de conjuntos de características permitidos proporcionada del MeNB (SgNB) al SgNB (SCG) se deriva de la configuración MCG actual (SCG), la mayoría de las reconfiguraciones requerirán la coordinación entre los nodos involucrados.

Para aumentar el número de casos donde MCG y SCG pueden cambiar su configuración sin informar su nodo par, realizaciones particulares no basan la lista de “conjuntos de combinación de características disponibles” en la configuración actual de su grupo, sino más bien en la configuración máxima que el par podría querer usar.

Las Figuras 4 y 5 ilustran ejemplos generales de las realizaciones descritas anteriormente. La Figura 4 es un ejemplo en un dispositivo inalámbrico, tal como un UE, y la Figura 5 es un ejemplo en un nodo de red, tal como un eNB o gNB.

La Figura 4 es un diagrama de proceso que ilustra un método ejemplar en un dispositivo inalámbrico, de acuerdo con realizaciones particulares. En realizaciones particulares, uno o más pasos de la Figura 4 pueden llevarse a cabo mediante el dispositivo inalámbrico 110 de la red 100 descrito con respecto a la Figura 2.

El método comienza en el paso 412, donde un dispositivo inalámbrico compila una o más combinaciones de bandas de frecuencia soportadas por el dispositivo inalámbrico. Cada combinación de bandas de frecuencia comprende

una pluralidad de bandas de frecuencia que el dispositivo inalámbrico puede usar conjuntamente para la transmisión o recepción de señales inalámbricas.

Por ejemplo, el dispositivo inalámbrico 110 puede soportar las portadoras f_1 , f_2 , f_3 y f_4 . Las portadoras f_1 y f_2 pueden formar una primera combinación de bandas, y f_3 y f_4 pueden formar una segunda combinación de bandas. El dispositivo inalámbrico 110 puede compilar la información al detectar, obtener o determinar sus propias características de hardware (p. ej., procesadores de radio) o software, o el dispositivo inalámbrico 110 puede preconfigurarse con bandas o combinaciones particulares. El dispositivo inalámbrico puede compilar las combinaciones de bandas de frecuencia de acuerdo con cualquiera de las realizaciones y ejemplos descritos anteriormente.

En el paso 414, el dispositivo inalámbrico compila un conjunto de capacidades de dispositivo soportadas por el dispositivo inalámbrico. Por ejemplo, el dispositivo inalámbrico 110 puede soportar MIMO, CA o cualquier otra característica adecuada. El dispositivo inalámbrico 110 puede compilar la información al detectar, obtener o determinar sus propias características de hardware o software, o el dispositivo inalámbrico 110 puede preconfigurarse con capacidades particulares. El dispositivo inalámbrico puede obtener las capacidades de dispositivo de acuerdo con cualquiera de las realizaciones y ejemplos descritos anteriormente.

En el paso 416, el dispositivo inalámbrico arma un mensaje de capacidad. El mensaje de capacidad incluye las una o más combinaciones de bandas de frecuencia soportadas por el dispositivo inalámbrico y una o más combinaciones de las capacidades de dispositivo soportadas por el dispositivo inalámbrico. Para cada una de las una o más combinaciones de bandas de frecuencia, el mensaje de capacidad incluye una primera indicación de una o más capacidades de dispositivo soportadas por la combinación de bandas de frecuencia. La primera indicación de las una o más capacidades de dispositivo soportadas por la combinación de bandas de frecuencia comprende, para cada banda de la pluralidad de bandas de frecuencia, una indicación de una de las una o más combinaciones de las capacidades de dispositivo soportadas por la banda cuando se usan en combinación con las otras bandas en la combinación de bandas de frecuencia.

Por ejemplo, el dispositivo inalámbrico 110 puede armar un mensaje de capacidad que incluye una tabla de frecuencia que representa cada una de las combinaciones de bandas de frecuencia que soporta. El mensaje también puede incluir una tabla de capacidad que representa cada una de las características de dispositivo soportadas por el dispositivo inalámbrico 110. Cada fila de la tabla de frecuencia para una particular combinación de bandas de frecuencia representa una frecuencia de la combinación de frecuencias. Una columna de la tabla de frecuencia puede incluir un índice o apuntador a una o más filas de la tabla de capacidad para indicar las características de dispositivo soportadas por la frecuencia particular. La totalidad de la columna representa un conjunto de capacidades para la combinación de bandas de frecuencia. En consecuencia, una columna puede mencionarse como una primera indicación de las una o más capacidades de dispositivo soportadas por la combinación de bandas de frecuencia. La columna comprende, para cada banda de la pluralidad de bandas de frecuencia, una indicación de una de las una o más combinaciones de las capacidades de dispositivo soportadas por la banda cuando se usan en combinación con las otras bandas en la combinación de bandas de frecuencia. Aunque se usa una columna como ejemplo, algunas realizaciones pueden usar filas en lugar de columnas.

Como ejemplo particular, la tabla de frecuencia para una combinación de bandas de frecuencia de $f_1+f_2+f_3$ incluye una fila para cada una de f_1 , f_2 y f_3 . Una capacidad de dispositivo que comprende 8x8 MIMO puede identificarse mediante el índice 1. Una capacidad de dispositivo que comprende 4X4 MIMO puede identificarse mediante el índice 2. En una configuración, el dispositivo inalámbrico puede soportar 8X8 MIMO en f_1 y 4X4 MIMO en f_2 y f_3 , y la tabla de frecuencia puede comprender lo siguiente:

F1	1
F2	2
F3	2

En algunas realizaciones, cada característica en la tabla de capacidad de dispositivo puede estar asociada con un costo. El dispositivo inalámbrico 110 puede armar un mensaje de capacidad de acuerdo con cualquiera de las realizaciones y ejemplos descritos anteriormente.

En realizaciones particulares, para cada una de las una o más combinaciones de bandas de frecuencia, el mensaje de capacidad incluye una segunda indicación de una o más capacidades de dispositivo soportadas por la combinación de bandas de frecuencia. La segunda indicación de las una o más capacidades de dispositivo soportadas por la combinación de bandas de frecuencia comprende, para cada banda de la pluralidad de bandas de frecuencia, una indicación de una de las una o más combinaciones de las capacidades de dispositivo soportadas por la banda cuando se usan en combinación con las otras bandas en la combinación de bandas de frecuencia.

Por ejemplo, la tabla de frecuencia para una particular combinación de bandas de frecuencia puede incluir una segunda columna que incluye un índice o apuntador a una o más filas de la tabla de capacidad para indicar las características de dispositivo soportadas por la frecuencia particular. La totalidad de la segunda columna representa otro conjunto de capacidades para la combinación de bandas de frecuencia.

En otra configuración, el dispositivo inalámbrico puede soportar 4X4 MIMO en f1 y f2, y 8X8 MIMO en f3, y la tabla de frecuencia puede comprender lo siguiente:

F1	1	2
F2	2	2
F3	2	1

En los ejemplos anteriores se muestra una sola una capacidad para facilitar la explicación. En realizaciones particulares, las capacidades de dispositivo (p. ej., amplitud de banda para la banda; soporte para NAICS; número de capas MIMO soportadas; número de portadoras soportadas en la banda; número de portadoras soportadas en la banda para enlace descendente) pueden incluir cualquier número y tipo adecuado de capacidades. En realizaciones particulares, una columna puede referirse a una capacidad de enlace descendente o una capacidad de enlace ascendente. Las realizaciones particulares pueden incluir cualquier número adecuado de columnas y filas.

En el paso 418, el dispositivo inalámbrico envía el mensaje de capacidad a un nodo de red. Por ejemplo, el dispositivo inalámbrico 110 puede enviar el mensaje de capacidad al nodo de red 120.

En el paso 420, el dispositivo inalámbrico puede recibir una configuración de dispositivo desde el nodo de red. La configuración de dispositivo comprende la configuración de acuerdo con una de las una o más combinaciones de bandas de frecuencia. Por ejemplo, el dispositivo inalámbrico 110 puede recibir una configuración de dispositivo desde el nodo de red 120 de acuerdo con una de las combinaciones de frecuencia que el dispositivo inalámbrico 110 señaló previamente al nodo de red 120.

Se pueden realizar modificaciones, adiciones u omisiones al método 400 de la Figura 4. Además, uno o más pasos en el método de la Figura 4 pueden llevarse a cabo en paralelo o en cualquier orden adecuado. De ser necesario, los pasos pueden repetirse con el paso del tiempo.

La Figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra un método ejemplar en un nodo de red, de acuerdo con realizaciones particulares. En realizaciones particulares, uno o más pasos de la Figura 5 pueden llevarse a cabo mediante el nodo de red 120 de la red 100 descrito con respecto a la Figura 2.

El método comienza en el paso 512, donde un nodo de red recibe, desde un dispositivo inalámbrico, un mensaje de capacidad. El mensaje de capacidad incluye las una o más combinaciones de bandas de frecuencia soportadas por el dispositivo inalámbrico y una o más combinaciones de las capacidades de dispositivo soportadas por el dispositivo inalámbrico. Para cada una de las una o más combinaciones de bandas de frecuencia, el mensaje de capacidad incluye una primera indicación de una o más capacidades de dispositivo soportadas por la combinación de bandas de frecuencia. La primera indicación de las una o más capacidades de dispositivo soportadas por la combinación de bandas de frecuencia comprende, para cada banda de la pluralidad de bandas de frecuencia, una indicación de una de las una o más combinaciones de las capacidades de dispositivo soportadas por la banda cuando se usan en combinación con las otras bandas en la combinación de bandas de frecuencia.

Por ejemplo, el nodo de red 120 puede recibir desde el dispositivo inalámbrico 110 el mensaje de capacidad descrito con respecto al paso 416 de la Figura 4.

En el paso 514, el nodo de red determina una configuración para el dispositivo inalámbrico según el mensaje de capacidad. Por ejemplo, el nodo de red 120 puede soportar 8x8 MIMO o CA. Según el mensaje de capacidad, el

nodo de red 120 determina cuál banda de frecuencia soporta la o las características deseadas y configura el dispositivo inalámbrico 110 de acuerdo a ello.

En algunas realizaciones, una característica deseada puede estar asociada con un costo. Por ejemplo, el dispositivo inalámbrico 110 puede ser capaz de soportar MIMO en 4 bandas de frecuencia diferentes, pero el dispositivo inalámbrico 110 solo puede tener potencia de procesamiento suficiente para soportar MIMO en 2 bandas de frecuencia al mismo tiempo. Por lo tanto, el dispositivo inalámbrico 110 puede asignar 2 créditos totales para llevar a cabo MIMO. Cada instancia MIMO puede tener un costo de 1 crédito. Por lo tanto, el nodo de red 120 sabe que después de configurar MIMO en 2 bandas de frecuencia, el nodo de red 120 no puede configurar MIMO en una tercera banda de frecuencia, aunque la tercera banda de frecuencia también soporte MIMO. El nodo de red 120 puede determinar una configuración para el dispositivo inalámbrico 110 de acuerdo con cualquiera de las realizaciones y ejemplos descritos anteriormente.

En el paso 516, el nodo de red puede enviar la configuración determinada al dispositivo inalámbrico. Por ejemplo, el nodo de red 120 puede enviar la configuración al dispositivo inalámbrico 110.

Se pueden realizar modificaciones, adiciones u omisiones al método 500 de la Figura 5. Además, uno o más pasos en el método de la Figura 5 pueden llevarse a cabo en paralelo o en cualquier orden adecuado. De ser necesario, los pasos pueden repetirse con el paso del tiempo.

La Figura 6A es un diagrama de bloque que ilustra el ejemplo de una realización de un dispositivo inalámbrico. El dispositivo inalámbrico es un ejemplo de los dispositivos inalámbricos 110 que se ilustran en la Figura 2. En realizaciones particulares, el dispositivo inalámbrico es capaz de señalar capacidades de dispositivo a un nodo de red.

Algunos ejemplos particulares de un dispositivo inalámbrico incluyen un teléfono móvil, un teléfono inteligente, un PDA (asistente digital personal), una computadora portátil (por ejemplo, una laptop o tableta), un sensor, un módem, un dispositivo tipo máquina (MTC)/dispositivo máquina a máquina (M2M), un equipo integrado a una laptop (LME), un adaptador USB, un dispositivo adaptado de dispositivo a dispositivo, un dispositivo vehículo a vehículo o cualquier otro

dispositivo que pueda proporcionar comunicación inalámbrica. El dispositivo inalámbrico incluye un transceptor 1310, circuito de procesamiento 1320, memoria 1330 y una fuente de alimentación 1340. En algunas realizaciones, el transceptor 1310 facilita la transmisión y la recepción de señales inalámbricas desde el nodo de red inalámbrica 120 (por ejemplo, a través de una antena), el circuito de procesamiento 1320 ejecuta las instrucciones para proporcionar algunas o todas las funcionalidades descritas en la presente conforme con el dispositivo inalámbrico, y la memoria 1330 almacena las instrucciones ejecutadas por el circuito de procesamiento 1320. La fuente de alimentación 1340 proporciona la corriente a uno o más de los componentes del dispositivo inalámbrico 110, tal como el transceptor 1310, el circuito de procesamiento 1320 y/o la memoria 1330.

El circuito de procesamiento 1320 incluye todas las combinaciones adecuadas de *hardware* y *software* implementadas en uno o más circuitos o módulos integrados para ejecutar las instrucciones y manipular los datos para llevar a cabo algunas o todas las funciones descritas en el dispositivo inalámbrico. En algunas realizaciones, el circuito de procesamiento 1320 puede incluir, por ejemplo, una o más computadoras, uno o más dispositivos lógicos programables, una o más unidades de procesamiento central (CPU), uno o más microprocesadores, una o más aplicaciones, y/u otra lógica, y/o cualquier combinación apropiada de los elementos anteriores. El circuito de procesamiento 1320 puede incluir un circuito análogo y/o digital configurado para llevar a cabo alguna o todas las funciones del dispositivo inalámbrico 110 descritas. Por ejemplo, el circuito de procesamiento 1320 puede incluir resistores, capacitores, inductores, transistores, diodos y/o cualquier otro componente adecuado para circuitos.

La memoria 1330 generalmente se opera para almacenar los datos y el código ejecutable de la computadora. Algunos ejemplos de la memoria 1330 incluyen memoria de computadora (por ejemplo, la memoria de acceso aleatorio [RAM] o la memoria solo de lectura [ROM]), medios de almacenamiento masivo (por ejemplo, un disco duro), medios de almacenamiento extraíble (por ejemplo, un disco compacto [CD] o un disco de video digital [DVD]), y/o cualquier otro dispositivo de almacenamiento de información volátil o no volátil, no transitorio legible por computadora y/o de memoria ejecutable por computadora.

Por lo general, la fuente de alimentación 1340 se opera para proporcionar corriente a los componentes del dispositivo inalámbrico 110. La fuente de alimentación 1340 puede incluir cualquier tipo de batería, tales como de litio-ion, litio-aire, litio-polímero, níquel cadmio, batería de níquel-metal hidruro o cualquier otro tipo de batería apropiada para proporcionarle corriente a un dispositivo inalámbrico.

Otras realizaciones del dispositivo inalámbrico pueden incluir componentes adicionales (además de los que se muestran en la Figura 6A) que serán los responsables de proporcionar ciertos aspectos de la funcionalidad del dispositivo inalámbrico, incluida cualquier funcionalidad descrita anteriormente y/o cualquier funcionalidad adicional (incluida cualquier funcionalidad necesaria para brindar soporte a la solución que se describe más arriba).

La Figura 6B es un diagrama de bloque que ilustra un ejemplo de los componentes de un dispositivo inalámbrico 110. Los componentes pueden incluir el módulo de obtención 1350, el módulo de transmisión 1352 y el módulo de armado 1354.

El módulo de obtención 1350 puede llevar a cabo las funciones de obtención del dispositivo inalámbrico 110. Por ejemplo, el módulo de obtención 1350 puede compilar (p. ej., obtener, determinar, etc.) información de bandas de frecuencia e información de capacidad de dispositivo de acuerdo con cualquiera de los ejemplos y realizaciones descritos anteriormente. En ciertas realizaciones, el módulo de obtención 1350 puede incluir o estar incluido en la circuitería de procesamiento 1320. En realizaciones particulares, el módulo de obtención 1350 puede comunicarse con el módulo de transmisión 1352 y el módulo de armado 1354.

El módulo de transmisión 1352 puede ejecutar las funciones de transmisión del dispositivo inalámbrico 110. Por ejemplo, el módulo de transmisión 1352 puede transmitir un mensaje de capacidad a un nodo de red. En determinadas realizaciones, el módulo de transmisión 1352 puede incluir o estar incluido en el circuito de procesamiento 1320. En realizaciones particulares, el módulo de transmisión 1352 puede comunicarse con el módulo de obtención 1350 y el módulo de armado 1354.

El módulo de armado 1354 puede llevar a cabo las funciones de armado del dispositivo inalámbrico 110. Por ejemplo, el módulo de armado 1354 puede

armar un mensaje de capacidad de acuerdo con cualquiera de los ejemplos y realizaciones descritos anteriormente. En ciertas realizaciones, el módulo de armado 1354 puede incluir o estar incluido en la circuitería de procesamiento 1320. En realizaciones particulares, el módulo de transmisión 1352 puede comunicarse con el módulo de obtención 1350 y el módulo de transmisión 1352.

La Figura 7A es un diagrama de bloque que ilustra el ejemplo de una realización de un nodo de red. El nodo inalámbrico es un ejemplo de los nodos inalámbricos 120 que se ilustran en la Figura 2. En realizaciones particulares, el nodo de red es capaz de recibir información de capacidad de dispositivo desde un dispositivo inalámbrico y determinar una configuración para el dispositivo inalámbrico según la información de capacidad de dispositivo.

El nodo de red 120 puede ser un eNodeB, un nodeB, una estación base, un punto de acceso inalámbrico (p. ej., un punto de acceso wifi), un nodo de baja potencia, una estación de transceptor base (BTS), un punto o nodo de transmisión, una unidad remota de RF (RRU), una unidad de radio remota (RRH) u otro nodo de acceso de radio. El nodo de red incluye al menos un transceptor 1410, al menos un circuito de procesamiento 1420, al menos una memoria 1430 y al menos una interfaz de red 1440. El transceptor 1410 facilita la transmisión y la recepción de señales inalámbricas desde y hasta un dispositivo inalámbrico, tales como los dispositivos inalámbricos 110 (por ejemplo, a través de una antena); el circuito de procesamiento 1420 ejecuta las instrucciones para proporcionar algunas o todas las funcionalidades que se describen anteriormente y que proporciona un nodo de red 120; la memoria 1430 almacena las instrucciones que el circuito de procesamiento 1420 ejecuta; y la interfaz de red 1440 comunica las señales a los componentes de red de respaldo/internos, tales como una puerta de acceso, conmutador, enrutador, Internet, red telefónica pública conmutada (PSTN), controlador y/u otros nodos de red 120. El circuito de procesamiento 1420 y la memoria 1430 puede ser del mismo tipo que se describe en relación con el circuito de procesamiento 1320 y la memoria 1330 de la anterior Figura 6A.

En algunas realizaciones, la interfaz de red 1440 está emparejada comunicativamente con el circuito de procesamiento 1420 y se refiere a cualquier dispositivo adecuado que se opere para recibir entradas para el nodo de red 120, enviar salidas desde el nodo de red 120, realizar el procesamiento adecuado de

entradas y salidas o de ambas, comunicarse con otros dispositivos o cualquier combinación de las anteriores. La interfaz de red 1440 incluye el *hardware* (por ejemplo, puerto, módem, tarjeta de interfaz de red, etc.) y *software* apropiado, incluidas las capacidades de conversión del protocolo y de procesamiento de datos.

La Figura 7B es un diagrama de bloque que ilustra un ejemplo de los componentes de un nodo de red 120. Los componentes pueden incluir el módulo de determinación 1450, el módulo de transmisión 1452 y el módulo de recepción 1454.

El módulo de determinación 1450 puede llevar a cabo las funciones de determinación del nodo de red 120. Por ejemplo, el módulo de determinación 1450 puede determinar una configuración para un dispositivo inalámbrico mediante el uso de información de capacidad de dispositivo de acuerdo con cualquiera de los ejemplos y realizaciones descritos anteriormente. En ciertas realizaciones, el módulo de determinación 1450 puede incluir o estar incluido en la circuitería de procesamiento 1420. En realizaciones particulares, el módulo de determinación 1450 puede comunicarse con el módulo de transmisión 1452 y el módulo de recepción 1454.

El módulo transmisor 1452 puede ejecutar las funciones transmisión del nodo de red 120. Por ejemplo, el módulo de transmisión 1452 puede transmitir una configuración de dispositivo a un dispositivo inalámbrico de acuerdo con cualquiera de los ejemplos y realizaciones descritos anteriormente. En determinadas realizaciones, el módulo de transmisión 1452 puede incluir o estar incluido en el circuito de procesamiento 1420. En realizaciones particulares, el módulo de transmisión 1452 puede comunicarse con el módulo de determinación 1450 y el módulo de recepción 1454.

El módulo de recepción 1454 puede ejecutar las funciones de recepción del nodo de red 120. Por ejemplo, el módulo de recepción 1454 puede recibir un mensaje de capacidad de acuerdo con cualquiera de los ejemplos y realizaciones descritos anteriormente. En determinadas realizaciones, el módulo de recepción 1454 puede incluir o estar incluido en el circuito de procesamiento 1420. En realizaciones particulares, el módulo de transmisión 1452 puede comunicarse con el módulo de determinación 1450 y el módulo de transmisión 1452.

Se pueden realizar modificaciones, adiciones u omisiones a los sistemas y equipos incluidos en la presente sin alejarse del alcance de la invención. Los componentes de todos los sistemas y aparatos pueden estar integrados o separados. Además, se pueden llevar a cabo las operaciones de los sistemas y los equipos por más, menos y otros componentes. Además, se puede utilizar cualquier lógica adecuada que comprende *software*, *hardware* y/u otra lógica para llevar a cabo las operaciones de los sistemas y los equipos. Como se utiliza en este documento, “cada” hace referencia a cada miembro de un conjunto o a cada miembro de un subconjunto de un conjunto.

Se pueden realizar modificaciones, adiciones u omisiones a los métodos incluidos en la presente sin alejarse del alcance de la invención. Los métodos pueden incluir más, menos u otros pasos. Además, los pasos pueden llevarse a cabo en cualquier orden que sea adecuado.

Si bien esta divulgación ha sido descrita en relación con ciertas realizaciones, las alteraciones y combinaciones de las realizaciones serán evidentes para los expertos en la técnica. En consecuencia, la descripción anterior de las realizaciones no limita esta divulgación. Es posible realizar otros cambios, sustituciones y alteraciones sin distanciarse del espíritu y el alcance de esta divulgación, según se describe en las siguientes reivindicaciones.

A continuación, se presentan algunas abreviaturas utilizadas en la descripción anterior:

3GPP	Proyecto de asociación de tercera generación
5G	Quinta generación
BBU	Unidad de banda de base
BC	Combinación de bandas
BPC	Capacidades de procesamiento de la banda base
BTS	Estación de transceptor base
CA	Agregación de portadoras
CC	Portadora de componentes
CN	Red principal
CQI	Información de la calidad del canal
CSI	Información del estado del canal
D2D	Dispositivo a dispositivo

DC	Conectividad dual
DFT	Transformada discreta de Fourier
DMRS	Señal de referencia de demodulación
eMBB	Banda ancha móvil mejorada
eNB	eNodeB
EUTRAN	Red de acceso de radio terrestre UMTS evolucionado
FDD	Dúplex de división de frecuencia
FFT	Transformada rápida de Fourier
gNB	NodeB de próxima generación
LAA	Acceso asistido autorizado
LBT	Escuchar antes de hablar
LTE	Evolución a largo plazo
LTE-U	LTE en espectro no autorizado
M2M	Máquina a máquina
MCS	Esquema de modulación y codificación
MIB	Bloque de información maestro
MIMO	Múltiple entrada múltiple salida
MME	Entidad de gestión de movilidad
MTC	Comunicación de tipo de máquina
NAICS	Cancelación y suspensión de interferencia asistida
por la red	
NR	Radio nueva
OFDM	Multiplexación por división de frecuencias ortogonales
PRB	Bloque de recursos físicos
PUCCH	Canal de Control de Enlace de Subida Físico
PUSCH	Canal Compartido de Enlace de Subida Físico
RAN	Red de acceso a radio
RAT	Tecnología de acceso a radio
RBS	Estaciones base de radio
RNC	Controlador de red de radio
RRC	Control de recursos de radio
RRH	Cabezal de radio remoto
RRM	Gestión de recursos de radio
RRU	Unidad de radio remoto

SCell	Celda secundaria
SI	Información del sistema
SIB	Bloque de información del sistema
SR	Solicitud de programación
TB	Bloque de transporte
TBS	Tamaño del bloque de transporte
TDD	Dúplex de división de tiempo
TTI	Intervalo del tiempo de transmisión
UE	Equipo del usuario
UL	Enlace ascendente
URLLC	Comunicación ultra confiable de baja latencia
UTRAN	Red de acceso universal a radio terrestre
WAN	Red de acceso inalámbrico