

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 773 425**

51 Int. Cl.:

H04L 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.08.2015** **E 18189986 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.11.2019** **EP 3425830**

54 Título: **Señalización de enlace ascendente para conectividad dual**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.07.2020

73 Titular/es:
TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL)
(100.0%)
164 83 Stockholm, SE

72 Inventor/es:
MILDH, GUNNAR;
L.J. DA SILVA, ICARO;
VIKBERG, JARI;
RUNE, JOHAN y
WALLENTIN, PONTUS

74 Agente/Representante:
LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 773 425 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Señalización de enlace ascendente para conectividad dual

5 **Campo técnico**

La descripción se refiere en general a la conectividad dual, y en particular se refiere a métodos y aparatos para permitir a un dispositivo inalámbrico transmitir un mensaje de señalización de enlace ascendente cuando el dispositivo inalámbrico está conectado a un primer elemento de red a través de al menos dos enlaces inalámbricos.

10

Antecedentes

El sistema de paquetes evolucionado (EPS) es el dominio conmutado de paquetes del proyecto de asociación de 3ª generación (3GPP) evolucionado. El EPS incluye el núcleo de paquetes evolucionado (EPC) y la red de acceso por radio universal terrestre evolucionada (E-UTRAN). La figura 1 muestra una descripción general de la arquitectura del EPC en un contexto no itinerante, cuya arquitectura incluye una pasarela (PGW) de red de datos por paquetes (PDN), una pasarela de servicio (SGW), una función de reglas de política y carga (PCRF), una entidad de gestión de movilidad (MME) y un dispositivo inalámbrico también denominado equipo de usuario (UE). La red de acceso de radio, E-UTRAN, consta de uno o más eNodoB (eNB).

15

20

La figura 2 muestra la arquitectura general de la E-UTRAN e incluye los eNB, que proporcionan el plano de usuario de E-UTRAN y las terminaciones de protocolo del plano de control hacia el UE. Las terminaciones de control del plano de usuario comprenden el protocolo de convergencia de datos por paquetes (PDCP), el control de enlace de radio (RLC), el control de acceso medio (MAC) y una capa física (PHY). Las terminaciones de control del plano de control comprenden el control de recursos de radio (RRC) además de las terminaciones de control del plano de usuario listadas. Los eNB están interconectados entre sí por medio de una interfaz X2. Los eNB también se conectan por medio de la interfaz S1 al EPC, más específicamente a la MME por medio de la interfaz S1-MME y a la SGW por medio de la interfaz S1-U.

25

30

Las partes principales de las arquitecturas del plano de control del EPC y del plano de usuario se muestran en la figura 3 y la figura 4, respectivamente.

Vista general de la evolución a largo plazo (LTE)

35

La LTE utiliza la multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM) en el enlace descendente (DL) y la OFDM de extensión de la transformada de Fourier directa (DFT) en el enlace ascendente (UL). El recurso físico básico de LTE de DL puede, de este modo, verse como una cuadrícula de frecuencia-tiempo como se ilustra en la figura 5, donde cada elemento de recurso corresponde a una subportadora de OFDM durante un intervalo de símbolo de OFDM.

40

En el dominio de tiempo, las transmisiones de LTE de DL están organizadas en tramas de radio de 10 ms, estando compuesta, cada trama de radio, de diez subtramas de igual tamaño de longitud $T_{\text{trama}} = 1$ ms (véase la figura 6). Además, la asignación de recursos en LTE se describe típicamente en términos de bloques de recursos (RB), donde un RB corresponde a una ranura (0,5 ms) en el dominio de tiempo y a 12 subportadoras contiguas en el dominio de frecuencia. Un par de dos RB adyacentes en la dirección del tiempo (1,0 ms) se conoce como un par de RB. Los RB están numerados en el dominio de frecuencia, comenzando con 0 desde un extremo del ancho de banda del sistema. La noción de RB virtuales (VRB) y RB físicos (PRB) ha sido introducida en la LTE. La asignación real de recursos a un UE se hace en términos de pares de VRB. Hay dos tipos de asignaciones de recursos: localizadas y distribuidas. En la asignación de recursos localizados, un par de VRB se mapea directamente para un par de PRB, por consiguiente, dos VRB consecutivos y localizados se colocan también como PRB consecutivos en el dominio de frecuencia. Por otro lado, los VRB distribuidos no se asignan a PRB consecutivos en el dominio de frecuencia; proporcionando, por ello, diversidad de frecuencia para el canal de datos transmitido usando estos VRB distribuidos.

45

50

55

Las transmisiones de DL se programan dinámicamente, es decir, que en cada subtrama la estación base transmite información de control sobre a qué terminales se transmiten los datos y sobre qué RB se transmiten los datos en la subtrama de DL actual. Esta señalización de control se transmite típicamente en los primeros 1, 2, 3 o 4 símbolos de OFDM en cada subtrama, y el número $n = 1, 2, 3$ o 4 se conoce como indicador de formato de control (CFI). La subtrama de DL contiene también símbolos comunes de referencia (CRS) que el receptor conoce y utiliza para la demodulación coherente de, por ejemplo, la información de control. Un sistema de DL con CFI = 3 se ilustra en la figura 7.

60

Control de la LTE y arquitectura del plano de usuario

Las arquitecturas convencionales de protocolo de plano de usuario y control que destacan la interfaz de radio en el lado del eNB se muestran en las figuras 8a y 8b. El plano de control y de usuario consta de las siguientes capas de protocolo y funcionalidad principal:

65

- Control de recursos de radio, RRC (sólo plano de control)
- 5
 - Difusión de información del sistema tanto para el estrato de no acceso (NAS) y el estrato de acceso (AS)
 - Paginación
 - Manipulación de conexión de RRC
- 10
 - Asignación de identificadores temporales para el UE
 - Configuración de los portadores de radio de señalización para conexión de RRC
- 15
 - Manipulación de portadores de radio
 - Funciones de gestión de QoS
 - Funciones de seguridad, incluida la gestión de claves
- 20
 - Funciones de movilidad que incluyen:
 - Informes de medición de UE y control de los informes
 - Traspaso
- 25
 - Selección y reelección de células del UE y control de selección y reelección de células
 - Transferencia directa de mensajes del NAS a/desde el UE
- 30
 - Protocolo de convergencia de datos por paquetes, PDCP
 - Existe una entidad del PDCP para cada portador de radio para el UE. El PDCP se utiliza tanto para el plano de control (RRC) como para el plano de usuario
 - Funciones principales del plano de control, que incluyen cifrado/descifrado y protección de integridad
- 35
 - Funciones principales del plano de usuario, que incluyen cifrado/descifrado, compresión y descompresión de encabezado mediante compresión robusta de encabezado (ROHC) y entrega en secuencia, detección de duplicados y retransmisión (utilizadas principalmente durante el traspaso)
- 40
 - Control de enlace de radio, RLC
 - La capa de RLC proporciona servicios para la capa PDCP y existe una entidad de RLC para cada portador de radio para el UE
- 45
 - Las funciones principales para el plano tanto de control como de usuario incluyen segmentación o concatenación, manipulación de retransmisión (utilizando solicitud de repetición automática (ARQ), detección de duplicados y entrega en secuencia a capas superiores.
- 50
 - Control de acceso medio, MAC
 - El MAC proporciona servicios a la capa de RLC en forma de canales lógicos y realiza el mapeo entre estos canales lógicos y canales de transporte.
 - Las funciones principales son: programación de UL y DL, informes de información de programación, retransmisiones híbridas de ARQ y multiplexación/desmultiplexación de datos a través de portadoras de múltiples componentes para la agregación de portadora
- 55
 - Capa Física, PHY
 - La PHY proporciona servicios a la capa de MAC en forma de canales de transporte y manipula el mapeo de canales de transporte para canales físicos.
 - Las funciones principales para DL realizadas por el eNB (OFDM) son:
- 60
 - Envío de señales de referencia de DL
- 65

5 ◦ Pasos detallados (de "arriba a abajo"): inserción de verificación de redundancia cíclica (CRC); segmentación de bloque de código e inserción de CRC por bloque de código; codificación de canal (codificación Turbo); coincidencia de velocidad y procesamiento de ARQ híbrida de capa física; cifrado de nivel de bits; modulación de datos (desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK), modulación de amplitud de 16 cuadraturas (QAM) o 64QAM);

10 • Las funciones principales para UL realizadas por el eNB (OFDM de DFT extendida) son:

◦ Soporte de acceso aleatorio

15 ◦ Pasos detallados (de "arriba hacia abajo"): retirada de CRC, dessegmentación de bloques de código, decodificación de canales, coincidencia de velocidad y procesamiento de ARQ híbrida de capa física; descifrado a nivel de bits; demodulación de datos; transformada discreta inversa de Fourier (IDFT); mapeo de antenas y procesamiento de antenas múltiples; procesamiento de OFDM, incluida la transformada rápida de Fourier (FFT) y la eliminación del CP; conversión de analógico a digital; amplificador de potencia; y recepción de antena.

20 La funcionalidad del eNB descrita se puede desplegar de diferentes maneras. En un ejemplo, todas las capas de protocolo y la funcionalidad relacionada se despliegan en el mismo nodo físico, incluida la antena. Un ejemplo de esto es un eNodeB pico o femto. Otro ejemplo de implantación es la denominada división principal remota. En este caso, el eNodeB se divide en una unidad principal y una unidad remota que también se denominan unidad digital (DU) y unidad de radio remota (RRU) respectivamente. La unidad principal o DU contiene todas las capas de

25 protocolo, excepto las partes inferiores de la capa PHY que se colocan, en cambio, en la unidad remota o RRU. La división en la capa PHY está en el nivel de datos (datos de IQ, es decir, después/antes de la inserción/retirada de IFFT/FFT y de CP) del dominio de tiempo. Los datos de IQ se envían desde la unidad principal a la unidad remota a través de la denominada interfaz de radio pública común (CPRI), que es una interfaz de datos de alta velocidad y baja latencia. Después, la unidad remota realiza la conversión digital a analógica necesaria para crear datos de RF

30 analógicos, la potencia amplifica los datos de RF analógicos y envía los datos de RF analógicos a la antena. En otra opción de despliegue, la RRU y la antena se ubican conjuntamente, creando la denominada radio de antena integrada (AIR).

35 Agregación de portadoras

Las especificaciones de la Rel-10 de la LTE se han estandarizado, soportando anchos de banda de portadora de componente (CC) de hasta 20 MHz, que es el máximo ancho de banda de portadora de la Rel-8 de la LTE. Es posible que exista una operación de la Rel-10 de la LTE más ancha que con 20 MHz, y, en tal caso, aparece como con un número de CC de la LTE en un terminal de la Rel-10 de la LTE. La forma directa de obtener anchos de

40 banda más anchos que de 20MHz es mediante la agregación de portadoras (CA). La CA implica que un terminal de la Rel-10 de la LTE puede recibir múltiples CC, donde las CC tienen, o, al menos, tienen la posibilidad de tener, la misma estructura que una portadora de la Rel-8. La CA se ilustra en la figura 9. El estándar Rel-10 soporta hasta cinco CC agregadas, donde cada CC está limitada en las especificaciones de RF para tener uno de seis anchos de banda, es decir, 6, 15, 25, 50, 75 o 100 RB correspondientes a 1.4, 3, 5, 10, 15 y 20 MHz respectivamente. El

45 número de CC agregadas así como el ancho de banda de las CC individuales pueden ser diferentes para UL y DL. Una configuración simétrica se refiere al caso en el que el número de CC en DL y UL es el mismo, mientras que una configuración asimétrica se refiere al caso de que el número de CC es diferente en DL y UL. Es importante tener en cuenta que el número de CC configuradas en la red puede ser diferente del número de CC que ve un terminal. Un terminal puede, por ejemplo, soportar más CC de DL que CC de UL, incluso aunque la red ofrezca el mismo número

50 de CC de UL y de DL.

Las CC también se denominan células o células en servicio. Más específicamente, en una red de LTE, las células agregadas por un terminal se denotan célula de servicio primaria (PCell) y célula de servicio secundaria (SCell). El término célula de servicio comprende tanto una PCell como una o más SCell. Todos los UE tienen una PCell. La célula que es la PCell de un UE es específica del terminal. Esta PCell se considera "más importante", es decir, que la señalización de control vital y otras señalizaciones importantes se manipulan típicamente mediante la PCell. La señalización de control de UL siempre se envía en una Pcell del UE. La portadora de componentes configurada como la PCell es la CC primaria, mientras que todas las demás CC son SCells. El UE puede enviar y recibir datos tanto en la PCell como en las SCell. La señalización de control, tal como las órdenes de programación, se puede

60 configurar para que se transmita y reciba sólo en la Pcell. Sin embargo, las órdenes también son válidas para las SCell, y las órdenes pueden también configurarse para transmitirse y recibirse tanto en la PCell como en las SCell. Independientemente del modo de funcionamiento, el UE sólo necesitará leer el canal de difusión con el fin de adquirir los parámetros de información de la portadora primaria de componentes (PCC). La información del sistema relacionada con la/s portadora/s secundaria/s de componentes (SCC) puede proporcionarse al UE en mensajes de

65 RRC dedicados. Durante el acceso inicial, un terminal de la Rel-10 de la LTE se comporta de manera similar a un terminal de la Rel-8 de la LTE. Sin embargo, tras una conexión exitosa a la red, un terminal de la Rel-10 puede,

dependiendo de sus propias capacidades y de la red, configurarse con células de servicio adicionales en el UL y el DL. La configuración se basa en el RRC. Debido a la fuerte señalización y la velocidad bastante lenta de la señalización de RRC, se prevé que un terminal pueda configurarse con múltiples células de servicio, incluso aunque no todas se utilicen en ese momento. En resumen, la CA de la LTE soporta el uso eficiente de múltiples portadoras, lo que permite enviar y recibir datos a través de todas las portadoras. Se soporta la programación entre portadoras, evitando la necesidad de que el UE escuche todos los canales de programación de portadora todo el tiempo. Una solución se basa en una estrecha sincronización de tiempo entre las portadoras.

Conectividad dual de la Rel-12 de la LTE

La conectividad dual (DC) es una solución que actualmente es estandarizada por el 3GPP a los UE de soporte que se conectan a múltiples portadoras para enviar y recibir datos sobre múltiples portadoras al mismo tiempo. Lo que sigue es una descripción general de DC basada en el estándar del 3GPP actual. La E-UTRAN soporta el funcionamiento de la DC, por lo que un UE con múltiples receptores y transmisores, que está en modo RRC_CONECTADO, está configurado para utilizar recursos de radio proporcionados por dos programadores distintos, ubicados en dos eNB interconectados mediante un retorno no ideal a través de la X2. Los eNB involucrados en DC para un determinado UE pueden asumir dos papeles diferentes. Un eNB puede actuar o bien como un eNB maestro (MeNB) o bien como un eNB secundario (SeNB). En DC, un UE está conectado a un MeNB y a un SeNB. La arquitectura del protocolo de radio que utiliza un portador particular depende de cómo esté configurado el portador. Existen tres alternativas: portador del grupo de células maestro (MCG), portador del grupo de células secundario (SCG) y portador dividido. Esas tres alternativas se muestran en la figura 10. Los portadores de radio de señal (SRB) siempre están asociados con el portador del MCG y, por lo tanto, usan sólo los recursos de radio proporcionados por el MeNB. Obsérvese que la DC puede ser también descrita como que tiene al menos un portador configurado para usar recursos de radio proporcionados por el SeNB.

La señalización del plano de control entre los eNB para DC se realiza por medio de la señalización de la interfaz X2. La señalización del plano de control hacia la MME se realiza mediante la señalización de interfaz S1. Sólo hay una conexión de S1-MME por UE entre el MeNB y la MME. Cada eNB debería poder manipular los UE independientemente, es decir, proporcionar la PCell a algunos UE mientras proporciona las SCell para SCG a otros. Cada eNB involucrado en DC para un determinado UE posee sus recursos de radio y es el principal responsable de asignar los recursos de radio de sus células. La coordinación entre MeNB y SeNB se realiza por medio de señalización de interfaz X2. La figura 11 muestra la conectividad del plano de control (plano de C) de los eNB involucrados en DC para un determinado UE. El MeNB es un plano de C conectado a la MME mediante la S1-MME, el MeNB y el SeNB están interconectados a través mediante la X2-C. La figura 12 muestra la conectividad del plano de usuario (plano de U) de los eNB involucrados en DC para un determinado UE. La conectividad del plano de U depende de la opción de portador configurada. Para portadores de MCG, el MeNB es un plano de U conectado a la S-GW mediante S1-U, y el SeNB no está involucrado en el transporte de datos del plano del usuario. Para portadores divididos, el MeNB es un plano de U conectado a la S-GW a través de S1-U y, además, el MeNB y el SeNB están interconectados mediante X2-U. Para portadores de SCG, el SeNB está conectado directamente con la S-GW mediante S1-U.

Centralización de la funcionalidad de la red de acceso por radio (E-UTRAN)

Se ha expuesto la posible evolución futura de la arquitectura actual de la red de acceso por radio (RAN). Desde un punto de partida de una topología basada en macro sitio, la introducción de células de baja potencia, una evolución de la red de transporte entre diferentes sitios de estaciones base de radio, una evolución del equipo lógico informático (hardware) de la estación base de radio y una mayor necesidad de potencia de procesamiento, por poner algunos ejemplos, han dado lugar a nuevos desafíos y oportunidades. Se proponen varias estrategias para la arquitectura RAN, tirando en direcciones a veces diferentes. Algunas estrategias, como las ganancias de coordinación, las ganancias de agrupamiento de hardware, las ganancias de ahorro de energía y la evolución de la red de avance/retorno (fronthaul/backhaul), están trabajando a favor de hacer un uso más centralizado. Al mismo tiempo, otras estrategias están trabajando hacia la descentralización, tales como los requisitos de latencia muy baja para algunos casos de uso de 5G, como, por ejemplo, en las aplicaciones de comunicación de tipo máquina (MTC) de misión crítica. Los términos avance y retorno se usan en relación con la estación base. La definición tradicional de avance es el enlace de fibra basado en CPRI entre la unidad principal de banda base y la unidad remota. El retorno se refiere a la red de transporte utilizada para las interfaces S1/X2.

La evolución reciente en tecnologías de retorno/avance ha abierto de hecho la posibilidad de centralizar la banda base, a menudo referida como C-RAN. C-RAN es un término que se puede interpretar de diferentes maneras. Para algunos significa un "hotel de banda base", como soluciones en las que las bandas base de muchos sitios se colocan en un sitio central, aunque no exista una conexión estrecha y un intercambio rápido de datos entre las unidades de banda base. La interpretación más común de C-RAN es quizás "RAN centralizada", donde hay al menos algún tipo de coordinación entre las bandas base. Una solución potencialmente atractiva es la RAN centralizada más pequeña, que se basa en una macro estación base y en los nodos de menor potencia cubiertos por ésta. En tal configuración, una estrecha coordinación entre la macro y los nodos de baja potencia puede proporcionar, a menudo, ganancias considerables. El término "RAN coordinada" es una interpretación de uso

frecuente de C-RAN enfocada a las ganancias de coordinación de la centralización. Otras interpretaciones más futuristas de C-RAN incluyen soluciones de RAN basadas en "nube" y "virtualizadas" en las que la funcionalidad de la red de radio es soportada en hardware genérico, tal como procesadores de fines generales, y, posiblemente, tal como máquinas virtuales.

5 El despliegue de un sistema centralizado puede ser conducido por una o varias fuerzas como, por ejemplo, una posible facilidad de mantenimiento, de actualización y de menos necesidad de sitios, así como de recolección de las ganancias de coordinación. Una idea errónea común es que la centralización tiene que conseguir una gran ganancia de agrupación y el correspondiente ahorro de hardware. La ganancia de agrupación es grande sobre el primer número de células agrupadas, pero después disminuye rápidamente. Una ventaja clave de tener las bandas de base de un mayor número de sitios ubicados en común e interconectados es la estrecha coordinación que permite. Ejemplos de esto son los puntos múltiples coordinados de UL (CoMP) y una combinación de varios sectores y/o portadoras en una célula. Las ganancias de estas características a veces pueden ser significativas en relación con las ganancias de los esquemas de coordinación más flexibles, tales como, por ejemplo, la coordinación mejorada de interferencia entre células (eICIC) que se puede hacer a través de interfaces estándar (X2) sin ubicación conjunta de la banda base.

20 Un despliegue atractivo de C-RAN desde una perspectiva de ganancia de coordinación es la C-RAN construida alrededor de un macro sitio más grande, normalmente con varias bandas de frecuencia, y una serie de radios de menor potencia, cubiertas por el sitio de macro, que están estrechamente integradas en el macro a través de la interconexión de alta velocidad. Se espera que las mayores ganancias se vean en escenarios de despliegue tales como estadios y centros comerciales. Una consideración importante para cualquier despliegue de C-RAN es el transporte a través del avance, es decir, la conexión entre la parte centralizada de banda base y los radios, a veces denominada "la primera milla". El costo del avance, que varía bastante entre mercados, debe equilibrarse con los beneficios.

30 El documento US 2014/369242 se refiere a la agregación de portadora de enlace ascendente. Un eNodeB puede estar equipado con múltiples portadoras de enlace ascendente, y se proporcionan métodos para permitir que el UE conmute su frecuencia de portadora de enlace ascendente dependiendo del canal o de la condición de carga para cada portadora.

35 El documento US 2014/092785 se refiere a redes heterogéneas y a la conectividad dual por ejemplo para un macro y un pico nodo. El documento divulga que se pueden elegir diferentes modos de transmisión para transmisiones de PUSCH que dependen del número de puertos de antena que está utilizando el UE.

Sumario

40 Para un UE conectado a la arquitectura de RAN de DC con una arquitectura de protocolo de radio como se ilustra en la figura 10 y se describe adicionalmente en la sección de antecedentes, no existe un procedimiento conocido para cómo se han de transmitir mensajes de señalización de enlace ascendente a la red. Si un dispositivo inalámbrico está conectado a la red a través de dos o más enlaces inalámbricos, el dispositivo inalámbrico necesita saber, por ejemplo, en qué enlace transmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente.

45 Un objeto de la invención es aliviar o al menos reducir uno o más de los problemas mencionados anteriormente, y proporcionar un procedimiento transmitir mensajes de señalización de enlaces ascendentes en un escenario de conectividad múltiple. Este objeto y otros se consiguen mediante un método, un dispositivo inalámbrico y un programa informático de acuerdo con las reivindicaciones independientes, y mediante las realizaciones de acuerdo con las reivindicaciones dependientes.

50 Una ventaja de las realizaciones es que se proporciona un procedimiento para la forma en que un dispositivo inalámbrico transmite mensajes de señalización de enlace ascendente en un escenario de conectividad múltiple. Otra ventaja es que un modo de transmisión para transmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente puede adaptarse a una situación actual tal como, por ejemplo, una capacidad del dispositivo inalámbrico o una situación de carga.

55 Otros objetos, ventajas y características de las realizaciones se explicará en la siguiente descripción detallada cuando se considere en conjunción con las reivindicaciones y los dibujos que se acompañan.

Breve descripción de los dibujos

60 Los diversos aspectos de las realizaciones descritas en este documento, incluyendo las características y ventajas de la misma, se entenderán fácilmente a partir de la siguiente descripción detallada y de los dibujos que se acompañan.

65 La figura 1 es un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente una arquitectura de EPC no itinerante para accesos del 3GPP.

La figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente una arquitectura general de E-UTRAN.

La figura 3 ilustra esquemáticamente una arquitectura de protocolo del plano de control de EPC.

5 La figura 4 ilustra esquemáticamente una arquitectura de protocolo del plano de usuario de EPC.

La figura 5 ilustra esquemáticamente el recurso físico básico de LTE de DL.

La figura 6 ilustra esquemáticamente una estructura del dominio de tiempo de LTE.

10 La figura 7 ilustra esquemáticamente una subtrama de DL.

Las figuras 8a y 8b ilustran esquemáticamente unas capas de protocolo del plano de control y de usuario para una interfaz de radio de eNB convencional.

15 La figura 9 ilustra esquemáticamente la CA de cinco CC.

La figura 10 ilustra esquemáticamente una arquitectura de protocolo de radio para DC.

20 La figura 11 es un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente la conectividad del plano de C de los eNB involucrados en la DC.

La figura 12 es un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente la conectividad del plano de U de los eNB involucrados en la DC.

25 La figura 13 ilustra esquemáticamente un ejemplo de una división funcional entre elementos de red.

Las figuras 14a y 14b ilustran esquemáticamente un eNB dividido en eNB-a y eNB-s.

30 La figura 15 ilustra esquemáticamente DC con división funcional establecida para un dispositivo inalámbrico.

La figura 16 ilustra esquemáticamente una DC con RAT múltiple establecida para un dispositivo inalámbrico.

35 La figura 17 es un diagrama de señalización que ilustra esquemáticamente la señalización entre el UE y la red de acuerdo con las realizaciones.

Las figuras 18a-e son diagramas de flujo que ilustran esquemáticamente realizaciones de un método para un dispositivo inalámbrico de acuerdo con diversas realizaciones.

40 La figura 19 es un diagrama de flujo que ilustra esquemáticamente realizaciones de un método para un elemento de red de acuerdo con diversas realizaciones.

Las figuras 20a-c son diagramas de bloques que ilustran esquemáticamente realizaciones del dispositivo inalámbrico y el elemento de red de acuerdo con diversas realizaciones.

45

Descripción detallada

50 En lo que sigue, se describirán diferentes aspectos en más detalle con referencias a ciertas realizaciones y a los dibujos adjuntos. Para fines de explicación y no de limitación, se establecen detalles específicos, tales como escenarios y técnicas particulares, con el fin de proporcionar una comprensión profunda de las diferentes realizaciones. Sin embargo, también pueden existir otras realizaciones que se apartan de estos detalles específicos.

55 Las discusiones en curso en la industria inalámbrica en diferentes foros parecen moverse hacia una dirección donde la arquitectura funcional de la red de acceso de radio de 5G debe diseñarse con la suficiente flexibilidad para que sea desplegada en diferentes plataformas de hardware y, posiblemente, en diferentes sitios de la red. Se ha propuesto una división funcional como se ilustra en la figura 13. En este ejemplo, las funciones de RAN se clasifican en funciones síncronas (SF) y funciones asíncronas (AF). Las funciones asíncronas son funciones con restricciones de disposición temporal sueltas, y las funciones síncronas suelen ejecutar una funcionalidad de tiempo crítica. Las funciones de red síncronas tienen requisitos sobre la disposición temporal de procesamiento que dependen estrictamente de la disposición temporal de un enlace de radio utilizado para comunicarse con el dispositivo inalámbrico. Estrictamente dependiente significa que la disposición temporal del enlace de radio es crucial para que las funciones de red síncronas funcionen de acuerdo con lo previsto. Las funciones de red asíncronas tienen requisitos sobre la disposición temporal de procesamiento que no dependen estrictamente de la disposición temporal del enlace de radio, o incluso independientes de la disposición temporal del enlace de radio. Las funciones síncronas se pueden colocar en un nodo lógico llamado eNB-s, y las funciones asíncronas se pueden

65

- colocar en un nodo lógico llamado eNB-a. Las instancias de funciones asociadas a los eNB-s, es decir, las funciones síncronas, se pueden colocar en un elemento de red cerca de la interfaz aérea. Las funciones síncronas formarán lo que se llama un grupo de funciones síncrono (SFG). Las instancias de las funciones asíncronas asociadas al eNB-a se pueden instanciar de manera flexible, ya sea en el elemento de red cercano a la interfaz aérea, es decir, en el mismo elemento de red que las funciones de eNB-s, o en otros elementos de red tales como los nodos de red fijos (FNN). Si se supone que las funciones son funciones de E-UTRAN, la división de funciones puede conducir a la arquitectura funcional para el plano de control y el plano de usuario ilustrados en las figuras 14a y 14b, donde se necesitará una nueva interfaz.
- Con el fin de soportar características de DC o de conectividad múltiple, tales como la agregación de plano de usuario para velocidades de datos agregadas, o para diversidad del plano de control/usuario para, por ejemplo, fiabilidad y conmutación rápida de paquetes, las instancias de funciones asíncronas se pueden hacer común para múltiples instancias de funciones síncronas. En otras palabras, una misma instancia de una función asociada a un eNB-a puede controlar múltiples instancias de una función asociada a un eNB-s. En el caso de la funcionalidad actual del LTE (consulte la sección "*Arquitectura de plano de usuario y de control del LTE*" más arriba), esto puede conducir a instancias comunes para las funciones de RRC y de PDCP asociadas a N instancias múltiples de RLC/MAC/PHY. N es el número de enlaces a través de los cuales se puede conectar el UE al mismo tiempo. En la figura 15 se ilustra un escenario de ejemplo en el que el UE está conectado a través de dos enlaces mediante el elemento de red eNB-s1 y el elemento de red eNB-s2 al elemento de red eNB-a. El elemento de red eNB-a comprende en general las funciones asíncronas, es decir, los protocolos que son comunes tanto para el plano de control (RRC y PDCP) como para el plano de usuario (PDCP).
- Se ha previsto que los accesos de radio de 5G estén compuestos por múltiples interfaces aéreas, por ejemplo, variantes de interfaz aéreas o interfaces aéreas para diferentes RAT. Estas múltiples interfaces aéreas pueden estar estrechamente integradas, lo que significa que es posible tener instancias de funciones comunes para múltiples interfaces aéreas. También se prevé que una de las interfaces aéreas en un escenario de 5G pueda ser compatible con LTE, por ejemplo, una evolución de LTE, mientras que otra no sea compatible con LTE. Por lo tanto, con el fin de abordar tal arquitectura integrada de múltiples RAT, el escenario de múltiples conexiones debe soportar elementos de red o nodos lógicos de diferentes tecnologías de acceso. Es probable que los elementos de red no compatibles con LTE soporten protocolos de capa inferior diferentes que los elementos de red compatibles con LTE, por ejemplo, debido a las altas frecuencias en las que se supone que opera una red 5G y los nuevos casos de uso que debe abordar. Por lo tanto, la CA estandarizada entre LTE y los nuevos accesos de radio de 5G puede no ser posible. La solución de DC estandarizada contiene diferentes niveles de agregación del plano de usuario, pero no tiene medios para el plano de control dual entre dos portadoras de LTE diferentes o entre portadoras compatibles con LTE y no compatibles con LTE.
- Por lo tanto, la división funcional anteriormente descrita entre eNB-a y eNB-s puede extenderse de manera que la misma instancia de funciones asíncronas se definan para múltiples interfaces aéreas, donde el UE se puede conectar a través de las interfaces aéreas múltiples al mismo tiempo o durante los procedimientos de movilidad. Las múltiples interfaces aéreas tendrán diferentes grupos funcionales síncronos por interfaz aérea, por ejemplo, para partes compatibles de LTE y no compatibles de LTE del acceso de radio de 5G.
- La división que se ilustra en la figura 13 se puede aplicar a DC entre diferentes RAT, por ejemplo, una RAT de LTE y una RAT de 5G. En este caso, el eNB-a puede comprender un soporte común para el control y el plano de usuario para las funciones asíncronas. Un eNB-s para cada RAT contiene las funciones síncronas, lo que permite que las funciones síncronas sean específicas de RAT, por ejemplo, diferentes para RAT de LTE y para RAT de 5G. Tal escenario se muestra en la figura 16, donde el eNB-a se llama "eNB-a de 5G y de LTE" y los eNB-s se llaman "eNB-s1 de LTE" y "eNB-s2 de 5G" respectivamente.
- La arquitectura de RAN y de división funcional tal como la descrita anteriormente con referencia a las figuras 15 y 16, o cualquier otra división funcional de RAN donde se instancian grupos de funciones en diferentes elementos de red, implica la posibilidad de tener una/s instancia/s de función común asociada/s a múltiples elementos de red y/o enlaces desde la misma o múltiples interfaces aéreas.
- Las realizaciones se describen en un contexto general no limitante en relación con la transmisión de un informe de medición –que es el mensaje de señalización de enlace ascendente– por un UE en el escenario de ejemplo ilustrado en la figura 15. El UE está conectado al eNB-a a través de unos enlaces inalámbricos primero y segundo. Las funciones de red que sirven al UE a través del primer enlace inalámbrico se dividen en este escenario de ejemplo entre eNB-a y eNB-s1, que pueden ser referidos como los elementos primero y segundo de red, respectivamente. Las funciones de red que sirven al UE a través del segundo enlace inalámbrico se dividen entre eNB-a y eNB-s2, donde eNB-s2 puede denominarse el tercer elemento de red. Algunos o todos estos elementos de red pueden ser parte de un mismo nodo de red física, o pueden ser elementos de red físicos separados. Las funciones de red están, en el escenario de ejemplo, divididas entre el eNB-a y el eNB-s1/eNB-s2 en base a si son asíncronas o síncronas. La misma instancia del eNB-a de funciones asíncronas puede definirse para múltiples interfaces aéreas, donde el UE puede conectarse a través de las múltiples interfaces aéreas correspondientes a los dos enlaces inalámbricos al mismo tiempo. Las múltiples interfaces aéreas se asociarán con diferentes grupos de funciones síncronas por

interfaz aérea. Los eNB-s1 y eNB-s2 de la figura 15 pueden ser de la misma RAT y pueden ser propiedad del mismo operador o de diferentes operadores. Alternativamente, eNB-s1 y eNB-s2 pueden ser de respectivas RAT diferentes, por ejemplo, de accesos 5G compatibles con LTE y no compatibles con LTE, como se ilustra en la figura 16. También en este segundo caso pueden ser propiedad del mismo operador o de diferentes operadores. Las realizaciones descritas en el presente documento se dan principalmente en el contexto de múltiples RAT, por ejemplo, la LTE y la RAT de 5G. Sin embargo, las realizaciones descritas también pueden aplicarse para casos de RAT individuales, especialmente en los casos en que un único eNB-s está conectado a múltiples redes de operadores diferentes, ya que en estos casos se puede usar una única RAT tanto para el primero como para el segundo enlace inalámbrico.

Aunque las funciones en este escenario de ejemplo se diferencian en base a si son síncronos o no, hay que observar que las realizaciones de la invención pueden aplicarse a cualquier otra arquitectura de función de red en la que las funciones de red se dividan en dos elementos de red basados en algún otro criterio que no sea el de si la función es síncrona o no. Un ejemplo es dividir funciones en un escenario de múltiples RAT en base a si son comunes para las múltiples RAT o específicas de una de las RAT.

Además, las realizaciones descritas pueden también aplicarse a un escenario de DC pura sin la división de las funciones de red en dos elementos de red. En ese caso, el dispositivo inalámbrico está conectado directamente al primer elemento de red mediante los dos enlaces, sin involucrar los elementos segundo y tercero de red.

Además, aunque se describen realizaciones en relación con un escenario de DC, las realizaciones también pueden aplicarse a un escenario donde el UE entra en conectividad múltiple, donde "múltiple" implica más que dual, es decir, más de dos, añadiendo todavía otro enlace que puede ser de la misma o de otra o capa de acceso o RAT diferente de la de otros enlaces. El procedimiento para transmitir mensajes de señalización de enlace ascendente en un escenario de conectividad múltiple es similar a la transmisión de mensajes de señalización de enlace ascendente en el escenario de DC descrito anteriormente, y las realizaciones de la invención pueden ser, de este modo, fácilmente aplicables al escenario de conectividad múltiple.

Modos de transmisión

El problema de los procedimientos no existentes para la transmisión de informes de medición a la red en un escenario de DC, con, por ejemplo, funcionalidad de división, tal como el escenario de ejemplo que se ilustra en la figura 16, se aborda por una solución en la que el UE determina en qué enlace o enlaces inalámbrico/s transmitir el informe de medición. El UE determina un modo de transmisión entre modos de transmisión alternativos para transmitir el informe de medición. Los modos de transmisión alternativos comprenden:

- transmitir en el primer enlace inalámbrico;
- transmitir en el segundo enlace inalámbrico;
- transmitir en ambos enlaces inalámbricos.

El modo de transmisión determinado se usa después, cuando se transmite el informe de medición. El modo de transmisión para transmitir en ambos enlaces inalámbricos es particularmente útil para informes de medición que se enviarán una vez y/o informes de medición que no deben perderse, tales como informes de medición activados por eventos. Además, si se introducen procedimientos de señalización de enlace ascendente sin acuse de recibo, el modo de transmisión para transmitir en ambos enlaces inalámbricos puede ser adecuado para un informe de medición no reconocido. Por otro lado, el modo de transmisión para transmitir en uno de los enlaces inalámbricos es particularmente útil para informes de medición periódicos. Este modo de transmisión tiene la ventaja de reducir la cantidad de transmisiones de informes de medición. Como se describirá más adelante, qué enlace inalámbrico elegir se puede determinar de diferentes maneras, como mediante el uso de una regla o esquema predeterminado, por ejemplo, teniendo en cuenta aspectos como las condiciones del canal, la naturaleza del procedimiento de señalización, la latencia esperada, la potencia de transmisión requerida y las políticas específicas de usuario o específicas de UE. En un ejemplo, la elección del enlace inalámbrico para la transmisión se basa en el tipo de mensaje de señalización de enlace ascendente o informe de medición. En otro ejemplo, cada vez que se va a transmitir un informe de medición, el UE elige de forma autónoma un enlace al azar o en base, por ejemplo, a una regla de turnos.

En las realizaciones, el UE puede también determinar cómo realizar retransmisiones como parte de la determinación del modo de transmisión. En una realización ejemplar, el UE determina transmitir el informe de medición en ambos enlaces. Además, el UE determina retransmitir repetidamente el informe de medición en ambos enlaces y deja de retransmitir cuando recibe un acuse de recibo (ACK) o una respuesta que confirma que la red ha recibido el informe de medición en uno de los enlaces. En otra realización ejemplar, el UE transmite el informe de medición en uno de los enlaces inalámbricos, y, en ausencia de ACK o respuesta, retransmite el informe de medición en el otro enlace inalámbrico. Estas realizaciones aumentan la robustez de los informes de medición, al introducir diversidad para los informes de medición transmitidos por el UE.

La figura 17 es un diagrama de señalización que ilustra un ejemplo de señalización entre el UE 1750 y la red en la realización en la que el UE transmite repetidamente el informe de medición en ambos enlaces, y deja de transmitir cuando obtiene un ACK en uno de los enlaces. En S1a y S1b, el UE 1750 transmite un informe de medición en cada uno de los enlaces. Estos mensajes se pierden (ilustrados por flechas de señal discontinua), es decir, que la red nunca recibe el informe de medición. En S2a y S2b, el UE 1750 retransmite los informes de medición en ambos enlaces. La retransmisión S2a del informe de medición es recibida por eNB-s1 1720 de LTE a través del primer enlace, y es enviada y recibida por el eNB-a 1700 de 5G y de LTE1 en S2c. El eNB-a 1700 de 5G y de LTE1 transmite a su vez un informe de medición de ACK al UE 1750 a través de los dos enlaces, en S3a y S3b. En el ejemplo, sólo el informe de medición de ACK transmitido a través del segundo enlace por el eNB-s2 1730 de 5G es recibido por el UE 1750 en S3d. El ACK del informe de medición transmitido a través del primer enlace en S3c se pierde. El UE 1750 puede haber ya comenzado una segunda retransmisión del informe de medición (no ilustrado) antes de recibir el ACK del informe de medición en S3d. Sin embargo, cuando recibe el mensaje ACK del informe de medición S3d mediante el eNB-s2 1730 de 5G, deja de retransmitir en 171. El modo de transmisión descrito anteriormente con retransmisiones requiere que el informe de medición tenga un mensaje de acuse de recibo de enlace descendente adecuado, como el ACK del informe de medición en este ejemplo, que es enviado por la red en respuesta al informe de medición recibido. Este modo de transmisión con retransmisiones es particularmente útil en situaciones en las que las condiciones del canal son malas para ambos enlaces inalámbricos.

20 Determinar el modo de transmisión

En una realización de la invención, la determinación del modo de transmisión se realiza de forma autónoma por el UE. En una realización alternativa, la red realiza la determinación y la red informa subsecuentemente al UE del modo de transmisión determinado, por ejemplo, a través de una configuración del UE usando un mensaje de configuración tal como un mensaje de reconfiguración de conexión de RRC. Sin embargo, en otra realización, la determinación del modo de transmisión es una combinación de las dos realizaciones anteriores, donde la red determina un conjunto de modos de transmisión posibles y configura o informa al UE en consecuencia, por lo que el UE toma la decisión final sobre qué modo de transmisión utilizar.

El dispositivo inalámbrico puede determinar el modo de transmisión después de que se genera el informe de medición. Sin embargo, también se puede realizar en el orden opuesto, es decir, que el informe de medición se genere después de determinar el modo de transmisión. La red puede señalar, por ejemplo, el modo de transmisión al UE en un mensaje de concesión de enlace ascendente o en una orden de programación. En tal caso, es posible señalar el modo de transmisión antes de la generación de cada informe de medición. En otra realización, el UE puede recibir reglas de configuración como parte de un mensaje de RRC que permite al UE determinar el modo de transmisión, y el modo de transmisión será, de este modo, determinado por el UE antes de la generación de un informe de medición. En otra realización ejemplar más, el informe de medición se genera, por ejemplo, por la capa de RRC, y se pone en cola por capas inferiores, y las capas inferiores pueden después determinar el modo de transmisión justo antes de que se entregue el informe de medición.

En las realizaciones descritas anteriormente, la determinación de modo de transmisión puede estar basada en uno o más criterios para determinar el modo de transmisión. Los criterios se enumeran más adelante. Para la realización, cuando el UE determina el modo de transmisión de forma autónoma, es el UE el que, de este modo, utiliza los criterios para determinar el modo de transmisión. Cuando es la red la que determina el modo de transmisión, la red utiliza en correspondencia los criterios para la determinación. En algunas realizaciones, tanto la red como el UE hacen uso de los criterios, que pueden ser los mismos o diferentes criterios. Los criterios utilizados respectivamente por la red y el UE pueden diferir, porque la red y el UE pueden no tener acceso a la misma información. En la siguiente lista de criterios, cada criterio es aplicable tanto para el UE como para la red cuando no se indique lo contrario.

50 Lista de criterios para determinar el modo de transmisión

Calidad del canal

La calidad del canal de los enlaces inalámbricos a través de la cual el UE está conectado a la red puede ser utilizada como criterio para determinar el modo de transmisión. El UE y/o la red pueden medir la calidad del canal de un subconjunto de o de todos los enlaces inalámbricos. Si la red mide la calidad del canal, el UE puede recibir informes o indicaciones de la calidad del canal de la red. El UE o la red pueden usar la calidad del canal para determinar el modo de transmisión y, por ello, aumentar la probabilidad de que un informe de medición transmitido llegue a la red. En una realización ejemplar, el UE puede determinar transmitir el informe de medición en el primer enlace inalámbrico si la calidad del canal del primer enlace inalámbrico es mejor que la calidad del canal del segundo enlace inalámbrico, y si la calidad del canal del primer enlace inalámbrico está por encima de un umbral de calidad. En otra realización, el UE puede determinar transmitir el informe de medición tanto en el primer enlace inalámbrico como en el segundo, si la calidad del canal del primer enlace inalámbrico es similar a la calidad del canal del segundo enlace inalámbrico, y si la calidad del canal de los enlaces inalámbricos primero y segundo son iguales o inferiores al umbral de calidad. Se puede determinar que la calidad del canal es similar, por ejemplo, cuando la

diferencia de calidad del canal es menor que un valor dado. En esta última realización, el UE puede determinar opcionalmente que el informe de medición se retransmitirá en ambos enlaces hasta que se haya recibido un mensaje de confirmación de la red en cualquiera de los enlaces. Esto puede determinarse, por ejemplo, cuando el informe de medición a transmitir se clasifica como "importante", lo que se puede hacer de acuerdo con el tipo de informe de medición y la situación (véase, por ejemplo, más adelante, en la lista de criterios bajo el título "*Tipo de mensaje de señalización de enlace ascendente*"). Un ejemplo de un informe de medición tan "importante" es un informe de medición desencadenado por evento, que supuestamente desencadenará un traspaso debido a la mala calidad del canal de ambos enlaces inalámbricos y, por lo tanto, es importante con respecto al rendimiento.

10 *Carga*

La carga de los enlaces inalámbricos sobre la que el UE está conectado a la red puede ser utilizada como criterio para determinar el modo de transmisión. El UE y/o la red pueden usar la carga de ambos o cualquiera de los enlaces al seleccionar el modo de transmisión. Esto hace posible reducir el impacto de la carga en el sistema para transmitir informes de medición. La carga de un enlace dado se puede obtener, por ejemplo, midiendo la potencia de la señal recibida en la banda de frecuencia del enlace ascendente. Alternativamente, la carga se puede obtener comprobando la producción o el tamaño de las colas de programación.

20 *Capacidad del UE*

La capacidad del UE puede ser utilizada como criterio para determinar el modo de transmisión. El UE puede, por ejemplo, ser capaz de usar el primer enlace inalámbrico pero no el segundo enlace inalámbrico, y, de este modo, puede determinar transmitir el informe de medición sólo en el primer enlace inalámbrico. Como ejemplo, este puede ser el caso cuando los dos enlaces corresponden a dos RAT diferentes, respectivamente, tales como una RAT compatible con LTE y una RAT no compatible con LTE, y el UE sólo es capaz de LTE.

Resiliencia/redundancia/robustez

Los requisitos de resiliencia, redundancia o robustez pueden usarse como criterios para determinar el modo de transmisión. El UE puede, por ejemplo, determinar transmitir el informe de medición en uno de los enlaces, y, después, por razones de robustez, determinar retransmitir el informe de medición en el otro enlace si no se recibe acuse de recibo.

Requisito de servicio/QoS

Los requisitos de un servicio activo o los QoS del portador, que pueden constituir la única manera de que la RAN sea consciente de los requisitos de servicio, pueden regir la determinación del modo de transmisión. Por ejemplo, se puede elegir transmitir los mismos paquetes en ambos enlaces inalámbricos simultáneamente si el servicio requiere robustez y/o baja latencia, y, por lo tanto, se deben evitar las retransmisiones. Otro ejemplo es transmitir diferentes paquetes en diferentes enlaces inalámbricos para aumentar el rendimiento. Esto puede aplicarse específicamente para el caso en el que se pueden señalar diferentes QoS para los portadores de señalización de diferentes UE.

Latencia

La latencia de los enlaces inalámbricos a través de los cuales el UE está conectado a la red puede ser utilizada como criterio para determinar el modo de transmisión. En un ejemplo, el informe de medición se transmite en el enlace inalámbrico con la latencia más baja. Con el fin de obtener la latencia de un enlace, el UE puede, en un ejemplo, transmitir un ping de la versión 4 del protocolo de internet (IPv4) en los dos enlaces y comparar las respuestas del ping. Otro ejemplo de cómo obtener un valor de latencia para los enlaces es usar valores previamente configurados (por ejemplo, codificados) de un orden de clasificación de latencia asumido para diferentes enlaces en caso de que los dos enlaces usen diferentes RAT respectivamente.

Tipo de mensaje de señalización de enlace ascendente

El tipo del mensaje de señalización de enlace ascendente que va a ser transmitido/recibido se puede utilizar como entrada para la determinación del modo de transmisión. En un ejemplo, se determina que el modo de transmisión para un informe de medición es transmitir en uno de los enlaces inalámbricos, mientras que el modo de transmisión para todos los demás mensajes de señalización de enlace ascendente se determina para transmitir en ambos enlaces inalámbricos. En general, la elección del modo de transmisión puede depender de la importancia o urgencia del mensaje de señalización de enlace ascendente, o puede depender de si se espera o no un acuse de recibo para el mensaje de señalización de enlace ascendente.

En caso de que el mensaje de señalización de enlace ascendente sea un informe de medición, el modo de transmisión puede ser determinado en base al tipo de informe de medición. En un ejemplo, se determina que el modo de transmisión para un informe de medición periódico sea transmitir en uno de los enlaces, mientras que el modo de transmisión para un informe de medición activado por evento se determine para transmitir en ambos

enlaces.

Modo de transmisión del mensaje de señalización de enlace descendente correspondiente

5 En caso de que el mensaje de señalización de enlace ascendente sea una respuesta a un mensaje de enlace descendente, el modo de transmisión puede determinarse basándose en el modo de transmisión utilizado para el enlace descendente. Por ejemplo, el mensaje de enlace ascendente puede transmitirse en el mismo enlace o en los mismos enlaces inalámbrico/s en el que se recibió el mensaje de enlace descendente. Alternativamente, el UE puede configurarse para transmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente en un cierto enlace distinto al enlace en el que se recibió el mensaje de enlace descendente (separación de enlace ascendente-enlace descendente). La red puede determinar el modo de transmisión cuando se va a transmitir un mensaje de señalización de enlace descendente, y configurar el UE con el modo de transmisión implícitamente al transmitir el mensaje de señalización de enlace descendente en un enlace inalámbrico dado.

15 *Acuse de recibo del mensaje de señalización de enlace ascendente*

Otra realización alternativa es determinar el modo de transmisión en base a si el mensaje de señalización de enlace ascendente tuvo acuse de recibo o fue respondido por el receptor en la red de acuerdo con el protocolo de señalización especificado. Por ejemplo, el UE puede transmitir un mensaje de señalización de enlace ascendente para tener acuse de recibo en un enlace inalámbrico, mientras que un mensaje de señalización de enlace ascendente para el que no se espera acuse de recibo se transmite en ambos enlaces inalámbricos.

Agregación de portadores (CA)

25 El uso de enlace ascendente de cada uno de los enlaces inalámbricos puede ser un criterio para uso para determinar el modo de transmisión. El uso del enlace ascendente puede ser, por ejemplo, que usen CA de LTE y 5G o conectividad dual. Por ejemplo, si se aplica la CA en el lado de la LTE, además de la conectividad dual entre LTE y 5G, sólo se puede enviar entonces un mensaje a través de LTE. La CA afecta positivamente el rendimiento del enlace de LTE y, por lo tanto, se prefiere el enlace de LTE.

30 *Calidad del retorno*

La calidad del retorno del eNB-s2 de 5G al eNB-a1 y la calidad del retorno del eNB-s1 de LTE al eNB-a1 pueden utilizarse como criterios para determinar el modo de transmisión. El principio es que el retorno con la mejor calidad tiene prioridad sobre el retorno con la calidad inferior. El eNB-a1 puede medir los enlaces a los diferentes eNB-s1 y eNB-s2, y se puede informar al UE sobre la calidad del retorno de un enlace particular a través, por ejemplo, de una señal de difusión o dedicada.

Movilidad/velocidad de UE

40 La movilidad o la velocidad del UE se pueden utilizar como criterios para determinar el modo de transmisión. Si el UE se mueve rápido, por ejemplo, cuando la velocidad del UE se mide por encima de un límite especificado, o cuando se identifica que el UE está en un estado de movilidad específico, se prefiere un enlace inalámbrico correspondiente al área de cobertura más amplia de los diferentes enlaces. Por ejemplo, puede preferirse un enlace de LTE en el caso de que la LTE se despliegue en una banda de frecuencia más baja que la banda de frecuencia del enlace de 5G.

QoS

50 Los QoS acordados o esperados en los diferentes enlaces pueden usarse como criterio para determinar el modo de transmisión. Los diferentes enlaces pueden estar asociados con diferentes QoS mediante señalización explícita. Alternativamente, los QoS pueden medirse para los diferentes enlaces.

Regla predeterminada

55 Una regla predeterminada, tal como una regla round-robin, puede usarse para determinar el modo de transmisión. Un ejemplo de una regla predeterminada es determinar que el UE transmita cada segundo informe de medición en el primer enlace inalámbrico, y cualquier otro segundo informe de medición en el segundo enlace inalámbrico.

60 *Selección aleatoria*

El criterio para determinar el modo de transmisión puede ser seleccionar al azar un enlace inalámbrico entre los enlaces inalámbricos disponibles para la transmisión del informe de medición.

65 Realizaciones de los métodos descritos con referencia a las figuras 18a-e y 19

La figura 18a es un diagrama de flujo que ilustra una realización de un método para transmitir un mensaje de señalización de enlace ascendente en una red de comunicación inalámbrica. Un dispositivo inalámbrico está conectado a un primer elemento de red a través de al menos unos enlaces inalámbricos primero y segundo. El dispositivo inalámbrico puede ser cualquier clase de dispositivo, tal como un UE, un terminal móvil, un sensor o un ordenador portátil. El método se realiza en el dispositivo inalámbrico y comprende:

- 1810: Determinar un modo de transmisión entre modos de transmisión alternativos para transmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente. Los modos de transmisión alternativos comprenden: transmitir en el primer enlace inalámbrico; transmitir en el segundo enlace inalámbrico; y transmitir tanto en el primer enlace inalámbrico como en el segundo. Las ventajas de los diferentes modos de transmisión se describieron adicionalmente en la sección "*Modos de transmisión*" anterior. En las realizaciones, la determinación del modo de transmisión se basa en criterios para determinar el modo de transmisión.

- 1820: Transmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente de acuerdo con el modo de transmisión determinado.

En la sección "*Determinar los modos de transmisión*" anterior, se describen diferentes realizaciones relacionadas con la forma en que puede hacerse la determinación. La determinación puede realizarse, por ejemplo, de manera autónoma por el dispositivo inalámbrico, puede realizarse únicamente por la red que luego configura el dispositivo inalámbrico, para transmitir en consecuencia, o puede ser una determinación hecha tanto por la red como por el dispositivo inalámbrico combinados. La red puede tener un mejor conocimiento que el dispositivo inalámbrico de ciertos criterios para determinar el modo de transmisión o viceversa. Las realizaciones descritas a continuación con referencia a las figuras 18b-c explican algunas de estas realizaciones alternativas.

La figura 18b es un diagrama de flujo que ilustra una realización del método en el dispositivo inalámbrico, donde la red transmite información al dispositivo inalámbrico que permite que el dispositivo determine el modo de transmisión en base a algunos criterios. La red puede, por ejemplo, enviar una indicación de dos modos de transmisión al dispositivo inalámbrico, y el dispositivo inalámbrico puede después determinar o seleccionar uno de los modos de transmisión indicados en base a algunos criterios para determinar el modo de transmisión. El método puede comprender en esta realización:

- 1800: Recibir información del primer elemento de red, que indica al menos uno de los modos de transmisión alternativos. Aunque el primer elemento de red está involucrado en la transmisión de la información al dispositivo inalámbrico, el origen de la información puede ser otro nodo de red de la red de comunicación inalámbrica.

- 1810: Determinar el modo de transmisión en base a la información recibida. En las realizaciones, la determinación del modo de transmisión se basa en criterios para determinar el modo de transmisión. Los criterios pueden ser, por ejemplo, la calidad del canal medida por el dispositivo inalámbrico.

- 1820: Transmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente de acuerdo con el modo de transmisión determinado.

La figura 18c es un diagrama de flujo que ilustra otra realización del método en el dispositivo inalámbrico, donde la red transmite tanto las indicaciones del modo de transmisión como los criterios para determinar el modo de transmisión. Esto permite que el dispositivo inalámbrico determine el modo de transmisión en base a la información de la red. La red puede, por ejemplo, transmitir dos modos de transmisión alternativos, así como valores de carga para los dos enlaces, y el dispositivo inalámbrico puede determinar el mejor modo de transmisión, dado el tipo de mensaje de señalización de enlace ascendente a transmitir, en base a la información recibida de la red. El método puede comprender, de este modo:

- 1800: Recibir información del primer elemento de red, indicando al menos uno de los modos de transmisión alternativos.

- 1805: Recibir criterios para determinar el modo de transmisión del primer elemento de red.

- 1810: Determinar el modo de transmisión en base a la información recibida y los criterios recibidos para determinar el modo de transmisión. La determinación también puede basarse en criterios para determinar el modo de transmisión conocidos por el dispositivo inalámbrico, tales como el tipo de mensaje de señalización de enlace ascendente a transmitir.

- 1820: Transmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente de acuerdo con el modo de transmisión determinado.

Como se describe en la sección "*modos de transmisión*" anteriores, determinar el modo de transmisión puede también comprender determinar en qué enlace retransmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente. La figura 18d es un diagrama de flujo que ilustra una de tales realizaciones del método en el dispositivo inalámbrico que

puede combinarse con cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente. En esta realización, la determinación 1810 del modo de transmisión puede comprender:

5 - 1811: Determinar transmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente tanto en el primer enlace inalámbrico como en el segundo.

10 - 1812: Determinar retransmitir repetidamente el mensaje de señalización de enlace ascendente en ambos enlaces inalámbricos hasta que se reciba un acuse de recibo del mensaje de señalización de enlace ascendente en al menos uno de entre los enlaces inalámbricos primero y segundo.

Además, el método puede comprender la transmisión 1820 del mensaje de señalización de enlace ascendente de acuerdo con el modo de transmisión determinado, es decir, primero transmitir en ambos enlaces y luego retransmitir en ambos enlaces si no se recibe acuse de recibo para la primera transmisión.

15 La figura 18e es un diagrama de flujo que ilustra otra realización tal del método en el dispositivo inalámbrico que se puede combinar con cualquiera de las realizaciones descritas con referencia a las figuras 18a-c. En esta realización, la determinación 1810 del modo de transmisión puede comprender:

20 - 1815: Determinar transmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente en el primer enlace inalámbrico.

- 1816: Determinar retransmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente en el segundo enlace inalámbrico si no se recibe acuse de recibo para el mensaje de señalización de enlace ascendente transmitido en el primer enlace inalámbrico.

25 Además, el método puede comprender la transmisión 1820 del mensaje de señalización de enlace ascendente de acuerdo con el modo de transmisión determinado, es decir, primero transmitir en un enlace y retransmitir en el otro enlace si no se recibe acuse de recibo para la primera transmisión.

30 En cualquiera de las realizaciones del método en el dispositivo móvil descrito con referencia a las figuras 18a-e, los criterios para determinar el modo de transmisión pueden estar relacionados con al menos uno de los siguientes elementos:

- la calidad del canal de al menos uno de los enlaces inalámbricos primero y segundo;

35 - la carga en al menos uno de los enlaces inalámbricos primero y segundo;

- la capacidad de dispositivo inalámbrico de usar al menos uno de los enlaces inalámbricos primero y segundo;

- la calidad del servicio de un portador asociado con el mensaje de señalización de enlace ascendente;

40 - la latencia de al menos uno de los enlaces inalámbricos primero y segundo;

- un tipo de mensaje de señalización de enlace ascendente;

45 - un modo de transmisión de un mensaje de señalización de enlace descendente para el que el mensaje de señalización de enlace ascendente es una respuesta;

- si el mensaje de señalización de enlace ascendente obtiene o no acuse de recibo;

50 - el uso de agregación de portadora en al menos uno de los enlaces inalámbricos primero y segundo;

- la velocidad del dispositivo inalámbrico;

- la calidad del servicio asociada con al menos uno de los enlaces inalámbricos primero y segundo;

55 - una regla predeterminada para determinar el modo de transmisión;

- una selección aleatoria de al menos uno de los enlaces inalámbricos primero y segundo.

60 Además, en cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente, la determinación 1810 del modo de transmisión puede comprender obtener la calidad del canal de al menos un elemento de entre los enlaces inalámbricos primero y segundo, y determinar el modo de transmisión en base a la calidad del canal obtenido. La obtención de la calidad del canal puede comprender al menos un elemento de entre medir la calidad del canal y recibir la calidad del canal desde el primer elemento de red.

65 En una realización, se obtienen la calidad del canal, tanto del primer enlace inalámbrico como del segundo. La

determinación 1810 del modo de transmisión en base a la calidad obtenida del canal puede comprender entonces determinar transmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente en el enlace inalámbrico con la calidad más alta obtenida del canal, cuando la calidad más alta obtenida del canal es igual o superior a un valor umbral. Por otro lado, cuando la calidad más alta obtenida del canal está por debajo del valor umbral, la determinación 1810 del modo de transmisión puede comprender determinar transmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente tanto en el primer enlace inalámbrico como en el segundo.

La figura 19 es un diagrama de flujo que ilustra una realización de un método para permitir que un dispositivo inalámbrico transmita un mensaje de señalización de enlace ascendente en una red de comunicación inalámbrica. El dispositivo inalámbrico está conectado a un primer elemento de red a través de al menos unos enlaces inalámbricos primero y segundo. El método se realiza en el primer elemento de red y comprende:

- 1910: Determinar al menos un modo de transmisión entre modos de transmisión alternativos para transmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente. Los modos de transmisión alternativos comprenden: transmitir en el primer enlace inalámbrico; transmitir en el segundo enlace inalámbrico; y transmitir tanto en el primer enlace inalámbrico como en el segundo. La determinación de al menos un modo de transmisión se basa en criterios para determinar el modo de transmisión.

- 1920: Transmitir información al dispositivo inalámbrico permitiendo al dispositivo inalámbrico determinar el modo de transmisión para transmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente, comprendiendo, la información, una indicación del al menos un modo de transmisión determinado. La información transmitida puede comprender adicionalmente los criterios para determinar el modo de transmisión.

El método puede también comprender en las realizaciones recibir el mensaje de señalización de enlace ascendente desde el dispositivo inalámbrico de acuerdo con uno de los modos de transmisión alternativos.

Los criterios para determinar el modo de transmisión pueden estar relacionados con al menos uno de los siguientes elementos:

- la calidad del canal de al menos uno de los enlaces inalámbricos primero y segundo;
- la carga en al menos uno de los enlaces inalámbricos primero y segundo;
- la capacidad de dispositivo inalámbrico de usar al menos uno de los enlaces inalámbricos primero y segundo;
- la calidad del servicio de un portador asociado con el mensaje de señalización de enlace ascendente;
- la latencia de al menos uno de los enlaces inalámbricos primero y segundo;
- un tipo de mensaje de señalización de enlace ascendente;
- un modo de transmisión de un mensaje de señalización de enlace descendente para el que el mensaje de señalización de enlace ascendente es una respuesta;
- si el mensaje de señalización de enlace ascendente obtiene o no acuse de recibo;
- el uso de agregación de portadora en al menos uno de los enlaces inalámbricos primero y segundo;
- la velocidad del dispositivo inalámbrico;
- la calidad del servicio asociada con al menos uno de los enlaces inalámbricos primero y segundo;
- una regla predeterminada para determinar el modo de transmisión;
- una selección aleatoria de al menos uno de los enlaces inalámbricos primero y segundo.

Como ya se ha mencionado, el mensaje de señalización de enlace ascendente puede, en cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente, ser un informe de medición. Además, los enlaces inalámbricos primero y segundo pueden estar ambos asociados con una RAT, o cada uno asociado con RAT diferentes respectivas, como se describió con referencia a las figuras 15 y 16.

La división de la funcionalidad descrita, por ejemplo, con referencia a la figura 13 anterior, también se puede aplicar en las realizaciones. En tal realización, las funciones de red que sirven al dispositivo inalámbrico a través del primer enlace inalámbrico se dividen entre el primer elemento de red y un segundo elemento de red. Las funciones de red que sirven al dispositivo inalámbrico a través del segundo enlace inalámbrico se dividen entre el primer elemento de red y un tercer elemento de red. En el escenario de ejemplo de las figuras 15 y 16, el primer elemento de red

corresponde al eNB-a, el segundo elemento de red corresponde al eNB-s1, y el tercer elemento de red corresponde al eNB-s2. Como se describió anteriormente, las funciones de red del primer elemento de red pueden ser funciones de red asíncronas, y las funciones de red del segundo elemento y del tercer elemento de red pueden ser funciones de red síncronas. Las funciones de red síncronas del segundo elemento de red pueden tener requisitos sobre la disposición temporal de procesamiento que dependen estrictamente de la disposición temporal del primer enlace inalámbrico. Las funciones de red síncronas del tercer elemento de red pueden tener requisitos sobre la disposición temporal de procesamiento que dependen estrictamente de la disposición temporal del segundo enlace inalámbrico. Además, las funciones de red asíncronas pueden tener requisitos sobre la disposición temporal de procesamiento que no dependan estrictamente de la disposición temporal de ninguno de los enlaces inalámbricos primero o segundo.

Realizaciones del aparato descrito con referencia a las figuras 20a-c

Dispositivo inalámbrico

Una realización de un dispositivo inalámbrico 2050 se ilustra esquemáticamente en el diagrama de bloques de la figura 20a. El dispositivo inalámbrico está configurado para transmitir un mensaje de señalización de enlace ascendente en una red de comunicación inalámbrica. El dispositivo inalámbrico 2050 se puede conectar a un primer elemento 2000 de red a través de al menos unos enlaces inalámbricos primero y segundo. El dispositivo inalámbrico 2050 está configurado adicionalmente para determinar un modo de transmisión entre modos de transmisión alternativos para transmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente. Los modos de transmisión alternativos comprenden: transmitir en el primer enlace inalámbrico; transmitir en el segundo enlace inalámbrico; y transmitir tanto en el primer enlace inalámbrico como en el segundo. El dispositivo inalámbrico 2050 está también configurado para transmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente de acuerdo con el modo de transmisión determinado.

En las realizaciones, el dispositivo inalámbrico 2050 puede estar configurado adicionalmente para recibir información desde el primer elemento 2000 de red, lo que indica al menos uno de los modos de transmisión alternativos, y para determinar el modo de transmisión en base a la información recibida. El dispositivo inalámbrico 2050 puede configurarse para determinar el modo de transmisión en base a criterios para determinar el modo de transmisión. Como otra opción, el dispositivo inalámbrico 2050 puede configurarse para recibir los criterios para determinar el modo de transmisión desde el primer elemento 2000 de red.

En otras realizaciones, el dispositivo inalámbrico 2050 puede estar configurado para determinar el modo de transmisión por estar configurado para obtener la calidad del canal de al menos un elemento de entre los enlaces inalámbricos primero y segundo, y determinar el modo de transmisión en base a la calidad obtenida del canal. La obtención puede comprender al menos un elemento de entre medir la calidad del canal y recibir la calidad del canal desde el primer elemento 2000 de red. En las realizaciones, el dispositivo inalámbrico 2050 puede configurarse adicionalmente para obtener la calidad del canal tanto del primer enlace inalámbrico como del segundo, y para determinar el modo de transmisión en base a la calidad obtenida del canal al configurarse para determinar transmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente en el enlace inalámbrico con la calidad más alta obtenida del canal, cuando la calidad más alta obtenida del canal es igual o superior a un valor umbral. Cuando la calidad más alta obtenida del canal está por debajo del valor umbral, el dispositivo inalámbrico 2050 puede configurarse adicionalmente para determinar el modo de transmisión en base a la calidad obtenida del canal al configurarse para determinar transmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente tanto en el primer enlace inalámbrico como en el segundo.

En las realizaciones, el dispositivo inalámbrico 2050 puede estar configurado adicionalmente para determinar el modo de transmisión al estar configurado para determinar transmitir el mensaje de señalización tanto el primer enlace inalámbrico de enlace ascendente como el segundo, y determinar retransmitir repetidamente el mensaje de señalización en el enlace ascendente en ambos enlaces inalámbricos hasta que se reciba un acuse de recibo del mensaje de señalización de enlace ascendente en al menos uno de los enlaces inalámbricos primero y segundo.

Como alternativa, el dispositivo inalámbrico 2050 puede estar configurado adicionalmente para determinar el modo de transmisión al estar configurado para determinar para transmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente en el primer enlace inalámbrico, y determinar retransmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente en el segundo enlace inalámbrico si no se recibe un acuse de recibo para el mensaje de señalización de enlace ascendente transmitido en el primer enlace inalámbrico.

En cualquiera de las realizaciones anteriores, el mensaje de señalización de enlace ascendente puede ser un informe de medición. Además, los enlaces inalámbricos primero y segundo pueden estar ambos asociados con una RAT, o cada uno asociado con respectivas RAT diferentes.

La división de funcionalidad, descrita, por ejemplo, con referencia a la figura 13 anterior, se puede también aplicar en las realizaciones. En tal realización, las funciones de red que sirven al dispositivo inalámbrico a través del primer enlace inalámbrico se dividen entre el primer elemento de red y un segundo elemento de red. Las funciones de red

que sirven al dispositivo inalámbrico a través del segundo enlace inalámbrico se dividen entre el primer elemento de red y un tercer elemento de red. En el escenario de ejemplo de las figuras 15 y 16, el primer elemento de red corresponde al eNB-a, el segundo elemento de red corresponde al eNB-s1, y el tercer elemento de red corresponde al eNB-s2. Como se describió anteriormente, las funciones de red del primer elemento de red pueden ser funciones de red asíncronas, y las funciones de red de los elementos segundo y tercero de red pueden ser funciones de red sincronicas. Las funciones de red sincronicas del segundo elemento de red pueden tener requisitos sobre la disposición temporal de procesamiento que dependen estrictamente de la disposición temporal del primer enlace inalámbrico. Las funciones de red sincronicas del tercer elemento de red pueden tener requisitos sobre la disposición temporal de procesamiento que dependen estrictamente de la disposición temporal del segundo enlace inalámbrico. Además, las funciones de red asíncronas pueden tener requisitos sobre la disposición temporal de procesamiento que no dependen estrictamente de la disposición temporal de ninguno de los enlaces inalámbricos primero o segundo.

Como se ilustra en la figura 20a, el dispositivo inalámbrico 2050 puede comprender un circuito 2051 de procesamiento y una memoria 2052 en las realizaciones de la invención. El dispositivo inalámbrico 2050 puede también comprender un circuito 2053 de interfaz de comunicación configurado para comunicarse con el primer elemento de red a través de los enlaces inalámbricos primero y segundo. El circuito 2053 de interfaz de comunicación puede comprender en las realizaciones un transceptor adaptado para comunicarse de manera inalámbrica con la red. La memoria 2052 puede contener instrucciones ejecutables por dicho circuito 2051 de procesamiento, por lo que el dispositivo inalámbrico 2050 puede ser funcional para determinar un modo de transmisión entre modos de transmisión alternativos para transmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente, como se describió anteriormente. El dispositivo inalámbrico 2050 puede también ser funcional para transmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente de acuerdo con el modo de transmisión determinado, a través del circuito 2053 de interfaz de comunicación.

La realización de la división de funcionalidad se ilustra en la figura 20b. En tal realización, las funciones de red que sirven al dispositivo inalámbrico 2050 a través del primer enlace inalámbrico se dividen entre el primer elemento 2000 de red y un segundo elemento 2020 de red. Las funciones de red que sirven al dispositivo inalámbrico 2050 a través del segundo enlace inalámbrico se dividen entre el primer elemento 2000 de red y un tercer elemento 2030 de red. Además, la figura 20b ilustra que los elementos primero, segundo y tercero, 2000, 2020, 2030, de red pueden ser parte de un nodo 2040 de red física. Sin embargo, es posible acometer cualquier otro despliegue físico o agrupación de los elementos de red. Por ejemplo, todos pueden ser nodos físicos separados, o los elementos de red segundo y el tercero pueden ser parte del mismo nodo de red física, aunque estén separados del primer elemento de red.

En una forma alternativa de describir la realización de la figura 20a que se muestra en la figura 20c, el dispositivo inalámbrico 2050 puede comprender un módulo 2055 de determinación adaptado para determinar un modo de transmisión entre los modos de transmisión alternativos para transmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente. Los modos de transmisión alternativos comprenden: transmitir en el primer enlace inalámbrico; transmitir en el segundo enlace inalámbrico; y transmitir tanto en el primer enlace inalámbrico como en el segundo. El dispositivo inalámbrico 2050 también puede comprender un módulo 2056 de transmisión adaptado para transmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente de acuerdo con el modo de transmisión determinado.

En las realizaciones, el dispositivo inalámbrico 2050 puede también comprender un módulo de recepción adaptado para recibir información desde el primer elemento 2000 de red, lo que indica al menos uno de los modos de transmisión alternativos. El módulo 2055 de determinación puede adaptarse para determinar el modo de transmisión en base a la información recibida. En una realización adicional, el módulo 2055 de determinación puede adaptarse para determinar el modo de transmisión en base a criterios para determinar el modo de transmisión. Como otra opción, el módulo receptor puede adaptarse para recibir los criterios para determinar el modo de transmisión desde el primer elemento 2000 de red.

En otras realizaciones, el módulo 2055 de determinación puede estar adaptado para determinar el modo de transmisión mediante la obtención de la calidad del canal de al menos uno de los enlaces inalámbricos primero y segundo, y mediante la determinación de la modalidad de transmisión en base a la calidad obtenida del canal. La obtención puede comprender al menos un elemento de entre medir la calidad del canal y recibir la calidad del canal desde el primer elemento 2000 de red. En las realizaciones, el dispositivo inalámbrico 2050 puede comprender un módulo de obtención adaptado para obtener la calidad del canal de los enlaces inalámbricos primero y segundo, y el módulo 2055 de determinación puede estar adaptado para determinar el modo de transmisión en base a la calidad del canal obtenido determinando transmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente en el enlace inalámbrico con la calidad más alta obtenida del canal, cuando la calidad más alta obtenida del canal es igual o superior a un valor umbral. Cuando la calidad más alta obtenida del canal está por debajo del valor umbral, el módulo 2055 de determinación puede adaptarse para determinar el modo de transmisión en base a la calidad obtenida del canal determinando transmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente tanto en el primer enlace inalámbrico como en el segundo.

En las realizaciones, el módulo 2055 de determinación puede estar adaptado para determinar el modo de transmisión al determinar transmitir el mensaje de señalización en ambos enlaces inalámbricos de enlace

ascendente, primero y segundo, y determinando retransmitir repetidamente el mensaje de señalización de enlace ascendente en ambos enlaces inalámbricos hasta que se reciba un acuse de recibo del mensaje de señalización de enlace ascendente en al menos uno de los enlaces inalámbricos primero y segundo.

5 Como alternativa, el módulo 2055 de determinación puede estar adaptado para determinar el modo de transmisión mediante la determinación de transmitir el mensaje de señalización en el primer enlace inalámbrico de enlace ascendente, y mediante la determinación de retransmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente en el segundo enlace inalámbrico si no se recibe acuse de recibo para el mensaje de señalización de enlace ascendente transmitido en el primer enlace inalámbrico.

10 En cualquiera de las realizaciones anteriores, el mensaje de señalización de enlace ascendente puede ser un informe de medición. Además, los enlaces inalámbricos primero y segundo pueden estar asociados con una RAT, o cada uno asociado con respectivas RAT diferentes.

15 Los módulos descritos anteriormente son unidades funcionales que pueden ser implantadas en equipo físico informático (hardware), equipo lógico informático (software), soporte lógico inalterable (firmware) o cualquier combinación de los mismos. En una realización, los módulos se implantan como un programa informático que se ejecuta en un procesador.

20 En todavía otra manera alternativa de describir la realización en la figura 20a, el dispositivo inalámbrico 2050 puede comprender una unidad central de procesamiento (CPU) que puede ser una sola unidad o una pluralidad de unidades. Además, el dispositivo inalámbrico 2050 puede comprender al menos un producto de programa informático (CPP) con un medio legible por ordenador en forma de memoria no volátil, por ejemplo, una EEPROM (memoria de sólo lectura programable que se puede borrar eléctricamente), una memoria flash o un disco duro. El CPP puede comprender un programa informático almacenado en el medio legible por ordenador, que comprende medios de código que, cuando se ejecutan en la CPU del dispositivo inalámbrico 2050, hacen que el dispositivo inalámbrico 2050 realice los métodos descritos anteriormente junto con las figuras 18a-e. En otras palabras, cuando dichos medios de código se ejecutan en la CPU, corresponden al circuito 2051 de procesamiento del dispositivo inalámbrico 2050 de la figura 20a.

30 Elemento de red

Una realización de un primer elemento 2000 de red se ilustra esquemáticamente en el diagrama de bloques de la figura 20a. El primer elemento 2000 de red está configurado para permitir que el dispositivo inalámbrico 2050 transmita un mensaje de señalización de enlace ascendente en una red de comunicación inalámbrica. El primer elemento 2000 de red puede estar comprendido en las realizaciones en un eNodeB de una red de LTE. El dispositivo inalámbrico 2050 se puede conectar al primer elemento 2000 de red a través de al menos unos enlaces inalámbricos primero y segundo. El primer elemento 2000 de red está configurado adicionalmente para determinar al menos un modo de transmisión entre modos de transmisión alternativos para transmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente. Los modos de transmisión alternativos comprenden: transmitir en el primer enlace inalámbrico; transmitir en el segundo enlace inalámbrico; y transmitir tanto en el primer enlace inalámbrico como en el segundo. La determinación se basa en criterios para determinar el modo de transmisión. El primer elemento 2000 de red también está configurado para transmitir información al dispositivo inalámbrico 2050 permitiendo que el dispositivo inalámbrico 2050 determine el modo de transmisión para transmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente. La información comprende una indicación del al menos un modo de transmisión determinado.

El primer elemento 2000 de red puede, en las realizaciones, estar configurado para transmitir información al dispositivo inalámbrico 2050 que comprenda adicionalmente criterios para determinar un modo de transmisión.

50 Además, el primer elemento 2000 de red puede, en las realizaciones, estar configurado para recibir el mensaje de señalización de enlace ascendente desde el dispositivo inalámbrico 2050 de acuerdo con uno de los modos de transmisión alternativos.

En cualquiera de las realizaciones anteriores, el mensaje de señalización de enlace ascendente puede ser un informe de medición. Además, los enlaces inalámbricos primero y segundo pueden estar ambos asociados con una RAT, o cada uno asociado con respectivas RAT diferentes.

La división de funcionalidad descrita, por ejemplo, con referencia a la figura 13 anterior se puede también aplicar en las realizaciones. En tal realización, las funciones de red que sirven al dispositivo inalámbrico a través del primer enlace inalámbrico se dividen entre el primer elemento de red y un segundo elemento de red. Las funciones de red que sirven al dispositivo inalámbrico a través del segundo enlace inalámbrico se dividen entre el primer elemento de red y un tercer elemento de red. En el escenario de ejemplo en las figuras 15 y 16, el primer elemento de red corresponde al eNB-a, el segundo elemento de red corresponde al eNB-s1 y el tercer elemento de red corresponde al eNB-s2. Como se describió anteriormente, las funciones de red del primer elemento de red pueden ser funciones de red asíncronas, y las funciones de red de los elementos segundo y tercero de red pueden ser funciones de red síncronas. Las funciones de red síncronas del segundo elemento de red pueden tener requisitos sobre la disposición

temporal de procesamiento que dependen estrictamente de la disposición temporal del primer enlace inalámbrico. Las funciones de red síncronas del tercer elemento de red pueden tener requisitos sobre la disposición temporal de procesamiento que dependen estrictamente de la disposición temporal del segundo enlace inalámbrico. Además, las funciones de red asíncronas pueden tener requisitos sobre la disposición temporal de procesamiento que no dependen estrictamente de la disposición temporal de ninguno de los enlaces inalámbricos primero o segundo.

Como se ilustra en la figura 20a, el primer elemento 2000 de red puede comprender un circuito 2001 de procesamiento y una memoria 2002 en las realizaciones de la invención. El primer elemento 2000 de red también puede comprender un circuito 2003 de interfaz de comunicación configurado para comunicarse con el dispositivo inalámbrico 2050 a través de los enlaces inalámbricos primero y segundo. El circuito 2003 de interfaz de comunicación puede comprender, en las realizaciones, un transceptor adaptado para comunicarse de forma inalámbrica con el dispositivo inalámbrico 2050. La memoria 2002 puede contener instrucciones ejecutables por dicho circuito 2001 de procesamiento, por lo que el primer elemento 2000 de red puede ser funcional para determinar al menos un modo de transmisión entre modos de transmisión alternativos para transmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente. Los modos de transmisión alternativos comprenden: transmitir en el primer enlace inalámbrico; transmitir en el segundo enlace inalámbrico; y transmitir tanto en el primer enlace inalámbrico como en el segundo. La determinación se basa en criterios para determinar el modo de transmisión.

El primer elemento 2000 de red también puede ser funcional para transmitir información al dispositivo inalámbrico 2050, permitiendo al dispositivo inalámbrico 2050 determinar el modo de transmisión para transmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente. La información comprende una indicación del al menos un modo de transmisión determinado.

En una forma alternativa de describir el primer elemento de red, ilustrado en la figura 20c, el primer elemento 2000 de red puede comprender un módulo 2005 de determinación adaptado para determinar al menos un modo de transmisión entre los modos de transmisión alternativos para transmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente. Los modos de transmisión alternativos comprenden: transmitir en el primer enlace inalámbrico; transmitir en el segundo enlace inalámbrico; y transmitir tanto en el primer enlace inalámbrico como en el segundo. La determinación se basa en criterios para determinar el modo de transmisión. El primer elemento 2000 de red también puede comprender un módulo 2006 de transmisión, adaptado para transmitir información al dispositivo inalámbrico 2050, que permita al dispositivo inalámbrico 2050 determinar el modo de transmisión para transmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente. La información comprende una indicación del al menos un modo de transmisión determinado.

En las realizaciones, el módulo 2006 de transmisión puede estar adaptado para transmitir información al dispositivo inalámbrico 2050, comprendiendo adicionalmente criterios para la determinación del modo de transmisión. En cualquiera de las realizaciones, el mensaje de señalización de enlace ascendente puede ser un informe de medición. Además, los enlaces inalámbricos primero y segundo pueden estar ambos asociados con una RAT, o cada uno asociado con respectivas RAT diferentes.

Los módulos descritos anteriormente son unidades funcionales que pueden ser implantadas en hardware, software, firmware o cualquier combinación de los mismos. En una realización, los módulos se implantan como un programa informático que se ejecuta en un procesador.

En otra forma alternativa de describir la realización de la figura 20a, el primer elemento 2000 de red puede comprender una unidad central de procesamiento (CPU) que puede ser una sola unidad o una pluralidad de unidades. Además, el primer elemento 2000 de red puede comprender al menos un producto de programa informático (CPP) con un medio legible por ordenador en forma de memoria no volátil, por ejemplo, una EEPROM (memoria de sólo lectura programable que se puede borrar eléctricamente), una memoria flash o un disco duro. El CPP puede comprender un programa informático almacenado en el medio legible por ordenador, que comprenda medios de código que, cuando se ejecutan en la CPU del primer elemento 2000 de red, hacen que el primer elemento 2000 de red realice el método descrito anteriormente junto con la figura 19. En otras palabras, cuando dichos medios de código se ejecutan en la CPU, corresponden al circuito 2001 de procesamiento del primer elemento 2000 de red de la figura 20a.

Las realizaciones mencionadas y descritas anteriormente se dan sólo como ejemplos no limitantes. Pueden ser posibles otros usos, soluciones, objetivos y funciones dentro del alcance de las reivindicaciones de patente que se acompañan.

REIVINDICACIONES

1. Un método para transmitir un mensaje de informe de medición de enlace ascendente en una red inalámbrica de comunicación de conectividad dual, realizándose el método en un dispositivo inalámbrico (2050) conectado a la red a través de al menos unos enlaces inalámbricos primero y segundo, comprendiendo el método:
- recibir información (1800) para transmitir el mensaje de informe de medición de enlace ascendente desde la red, indicando al menos uno de los modos de transmisión alternativos, comprendiendo los modos de transmisión alternativos: transmitir en el primer enlace inalámbrico; transmitir en el segundo enlace inalámbrico; y transmitir tanto en el primer enlace inalámbrico como en el segundo;
 - determinar (1810) el modo de transmisión en base a la información recibida y en base a un tipo de informe de medición; y
 - transmitir (1820) el mensaje de informe de medición de enlace ascendente de acuerdo con el modo de transmisión determinado.
2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la información de la red, que indica al menos uno de los modos de transmisión alternativos, se recibe mediante un mensaje de control de recursos de radio, RRC.
3. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la determinación (1810) se basa adicionalmente en criterios para determinar el modo de transmisión.
4. El método de acuerdo con la reivindicación 3, que comprende adicionalmente:
- recibir (1805) los criterios para determinar el modo de transmisión desde la red.
5. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3-4, en el que los criterios para determinar el modo de transmisión están relacionados con al menos un elemento de entre:
- la calidad del canal de al menos uno de los enlaces inalámbricos primero y segundo;
 - la carga en al menos uno de los enlaces inalámbricos primero y segundo;
 - la capacidad de un dispositivo inalámbrico de utilizar al menos uno de los enlaces inalámbricos primero y segundo;
 - la calidad del servicio de un portador asociado con el mensaje de informe de medición de enlace ascendente;
 - la latencia de al menos uno de los enlaces inalámbricos primero y segundo;
 - el modo de transmisión de un mensaje de señalización de enlace descendente al que el mensaje de informe de medición de enlace ascendente es una respuesta;
 - si el mensaje de informe de medición de enlace ascendente es reconocido o no;
 - el uso de agregación de portadora en al menos uno de los enlaces inalámbricos primero y segundo;
 - la velocidad del dispositivo inalámbrico (2050);
 - la calidad del servicio asociada con al menos uno de los enlaces inalámbricos primero y segundo;
 - una regla predeterminada para determinar el modo de transmisión;
 - una selección aleatoria de al menos uno de los enlaces inalámbricos primero y segundo.
6. Un dispositivo inalámbrico (2050) configurado para transmitir un mensaje de informe de medición de enlace ascendente en una red inalámbrica de comunicación de conectividad dual, siendo conectable el dispositivo inalámbrico (2050) a la red a través de al menos unos enlaces inalámbricos primero y segundo, estando el dispositivo inalámbrico (2050) configurado adicionalmente para:
- recibir información para transmitir el mensaje de informe de medición de enlace ascendente desde la red, indicando al menos uno de los modos de transmisión alternativos, comprendiendo los modos de transmisión alternativos: transmitir en el primer enlace inalámbrico; transmitir en el segundo enlace inalámbrico; y transmitir tanto en el primer enlace inalámbrico como en el segundo;
 - determinar el modo de transmisión en base a la información recibida y en base a un tipo de informe de medición; y

- transmitir el mensaje de informe de medición del enlace ascendente de acuerdo con el modo de transmisión determinado.

5 7. El dispositivo inalámbrico (2050) de acuerdo con la reivindicación 6, en el que la información de la red, que indica al menos uno de los modos de transmisión alternativos, se recibe mediante un mensaje de control de recursos de radio, RRC.

10 8. El dispositivo inalámbrico (2050) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6-7, configurado adicionalmente para determinar el modo de transmisión en base a criterios para determinar el modo de transmisión.

9. El dispositivo inalámbrico (2050) de acuerdo con la reivindicación 8, configurado adicionalmente para recibir los criterios para determinar el modo de transmisión desde la red.

15 10. El dispositivo inalámbrico (2050) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8-9, configurado adicionalmente para determinar el modo de transmisión al estar configurado para:

- obtener la calidad del canal de al menos uno de los enlaces inalámbricos primero y segundo, en el que la obtención comprende al menos un elemento entre medir la calidad del canal y recibir la calidad del canal de la red, y

20 - determinar el modo de transmisión en base a la calidad del canal obtenido.

25 11. Un programa informático que comprende un código legible por ordenador que cuando se ejecuta en un dispositivo inalámbrico (2050) hace que el dispositivo inalámbrico (2050) realice un método como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1-5.

12. Un producto de programa informático que comprende un medio legible por ordenador y un programa informático de acuerdo con la reivindicación 11, en el que el programa informático se almacena en el medio legible por ordenador.

30

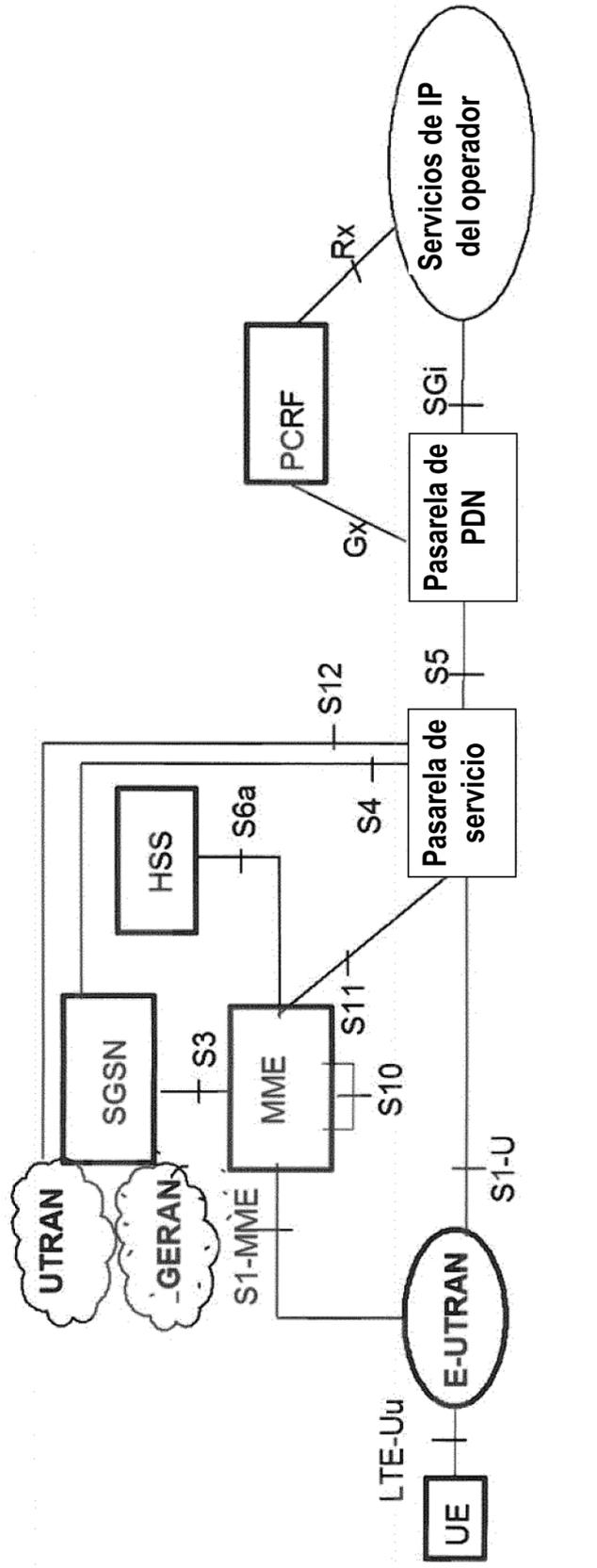


Fig. 1

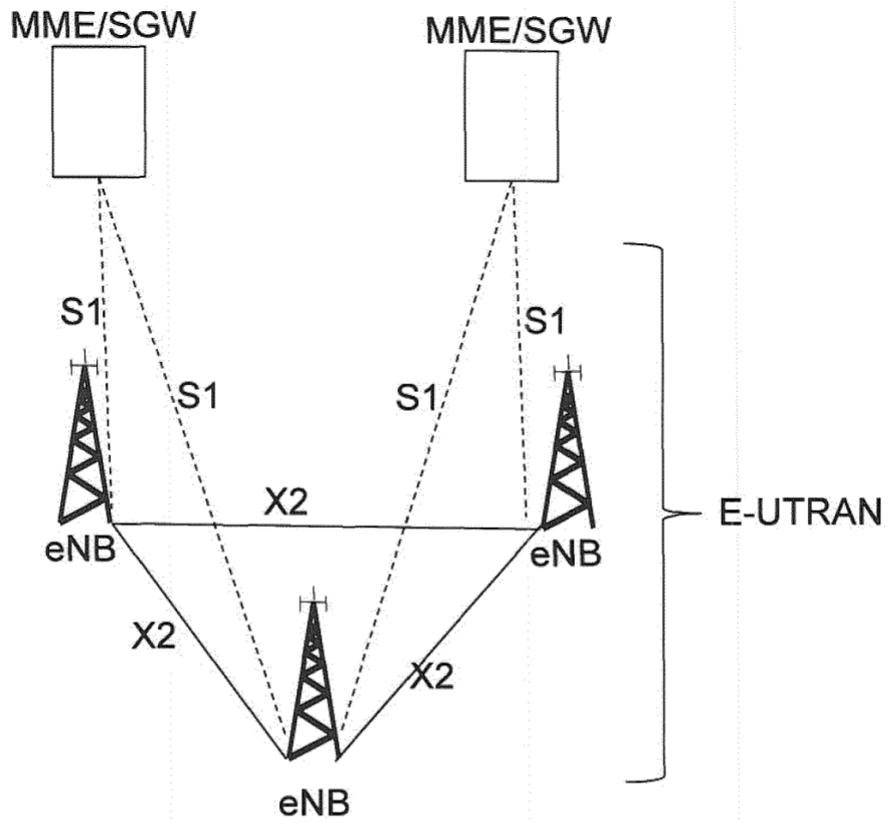


Fig. 2

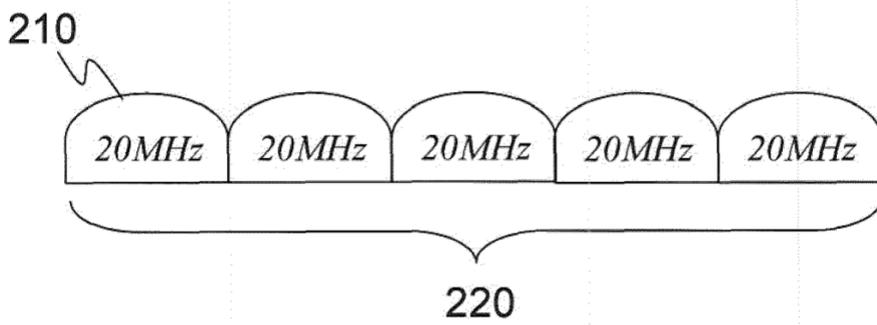


Fig. 9

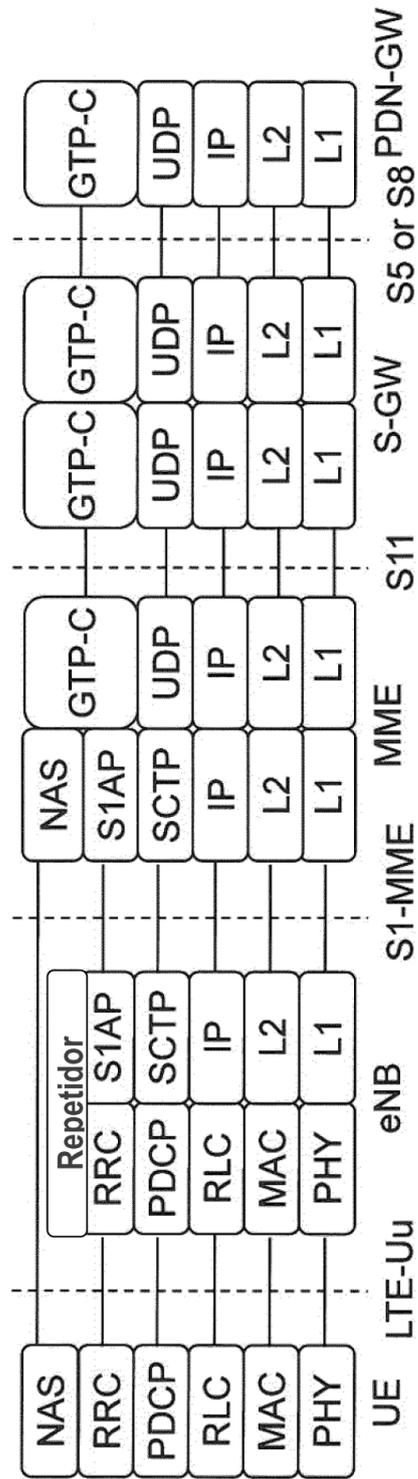


Fig. 3

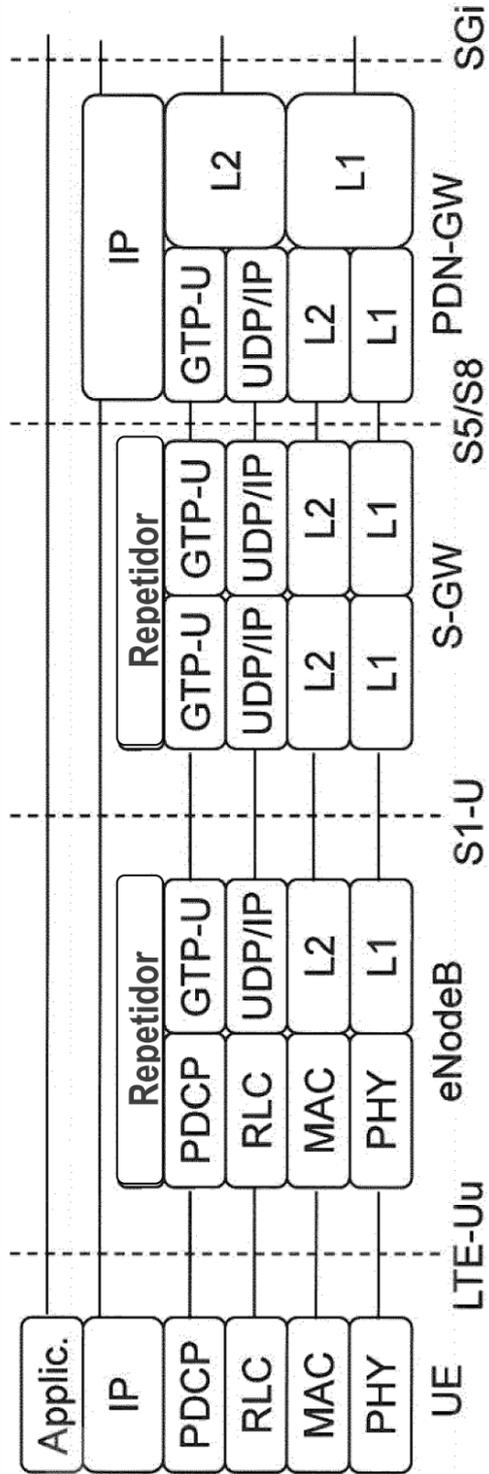


Fig. 4

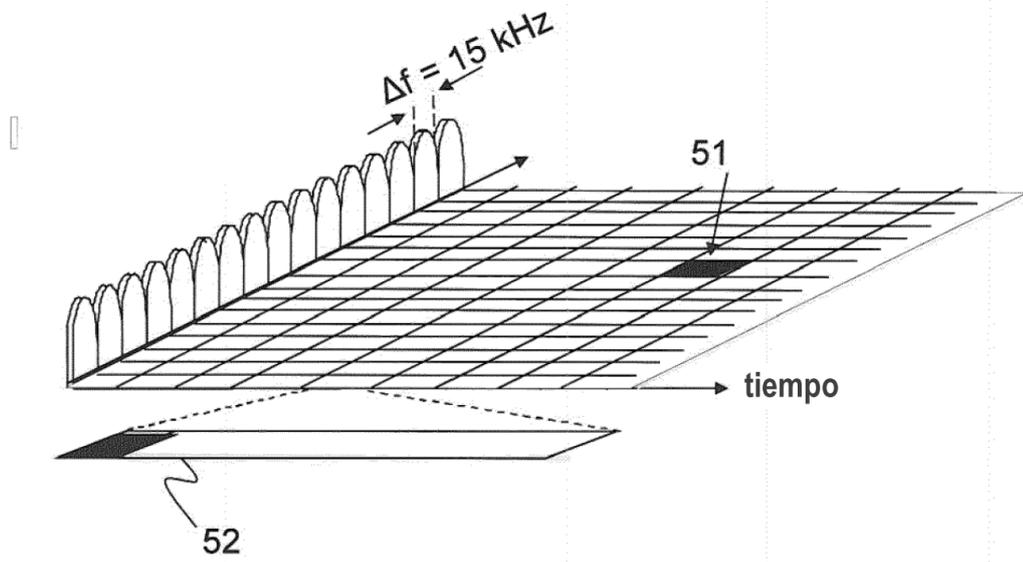


Fig. 5

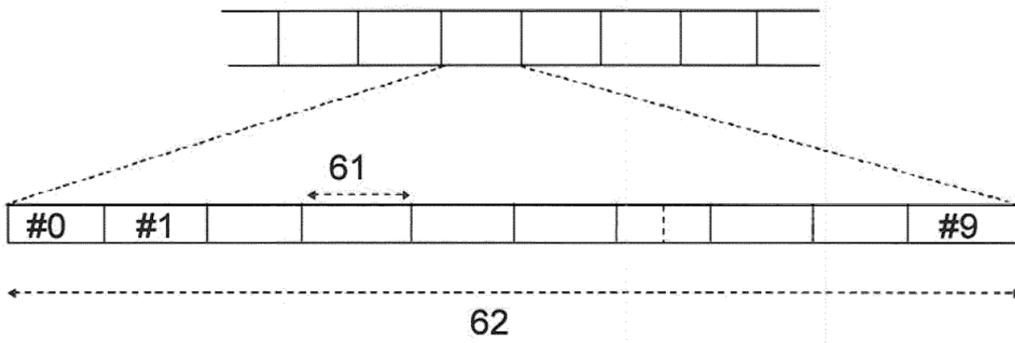


Fig. 6

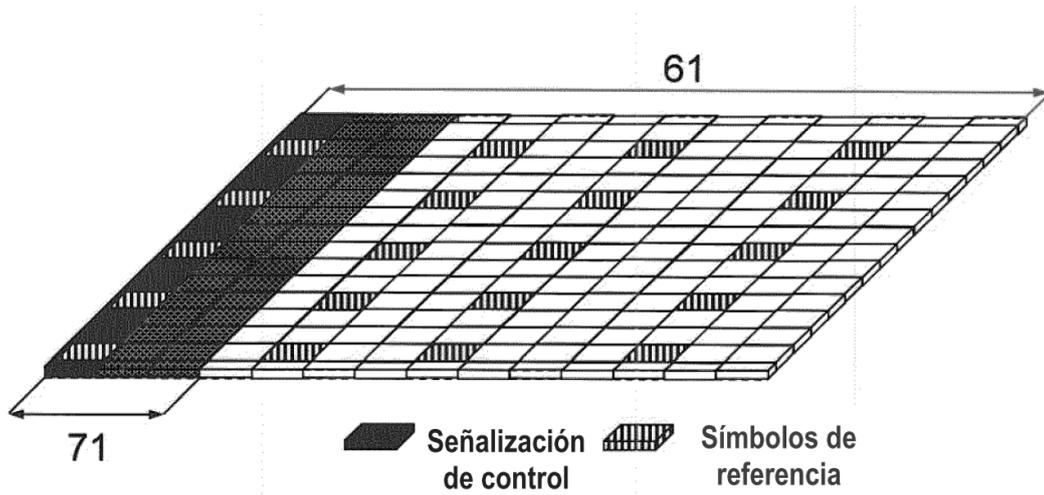


Fig. 7

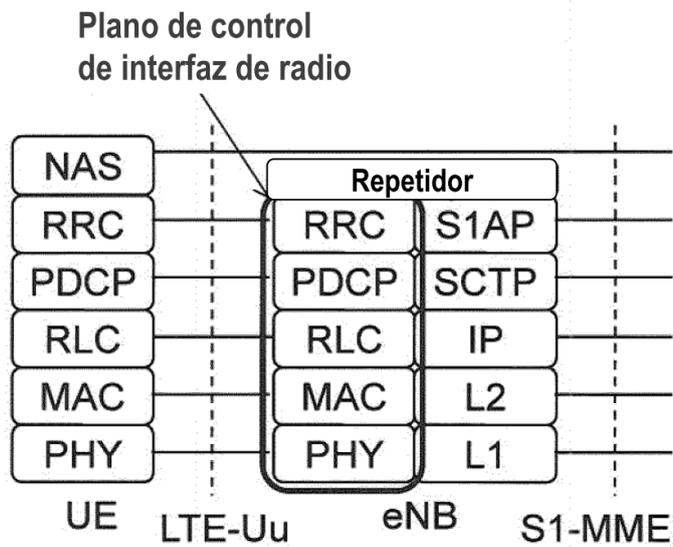


Fig. 8a

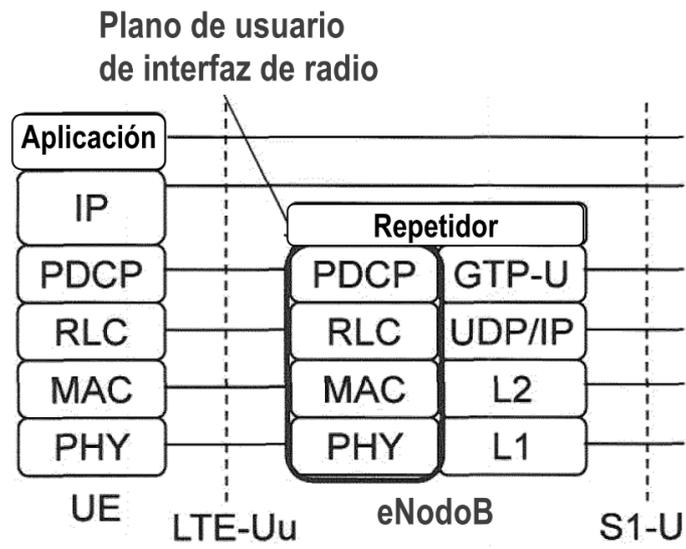


Fig. 8b

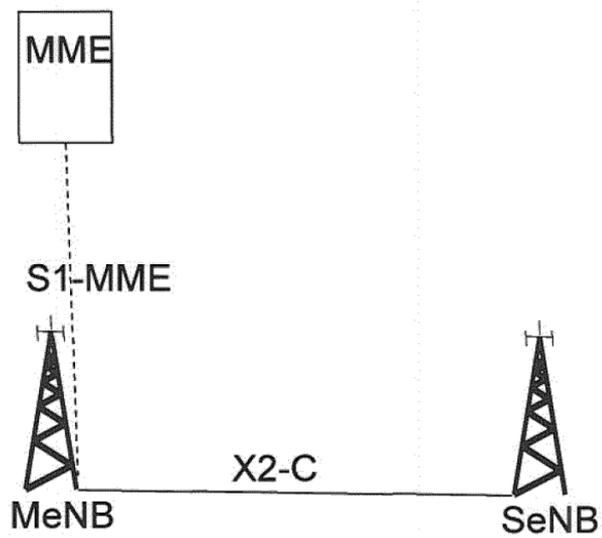


Fig. 11

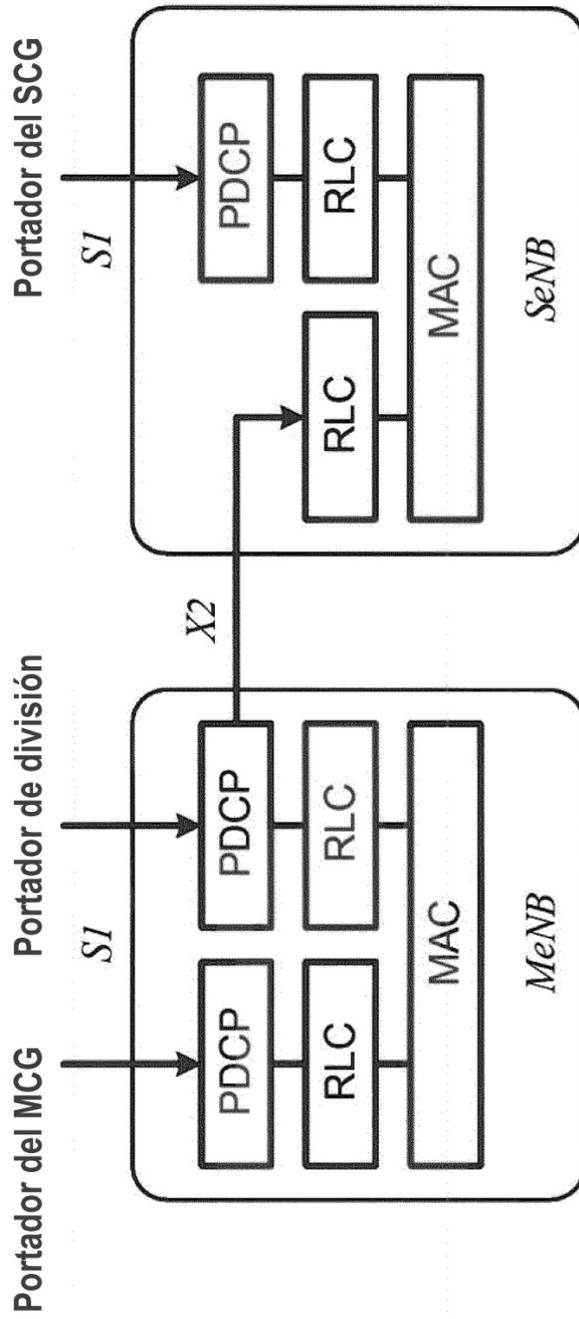


Fig. 10

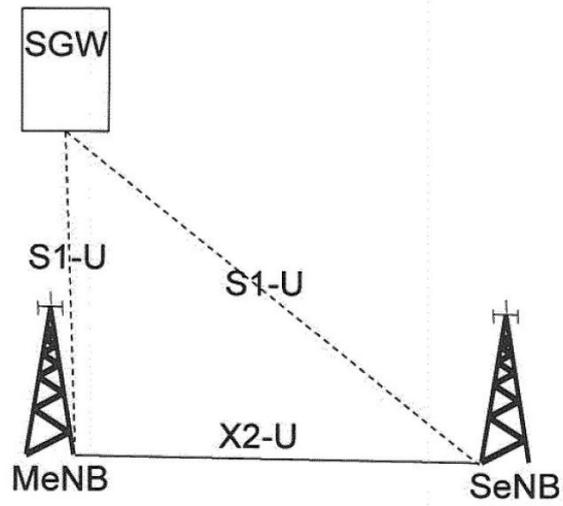


Fig. 12

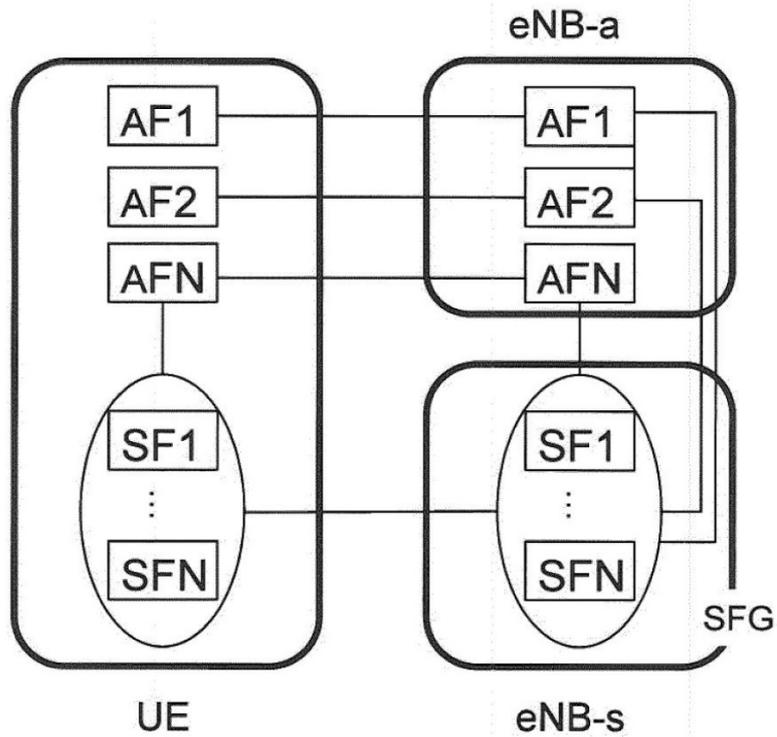


Fig. 13

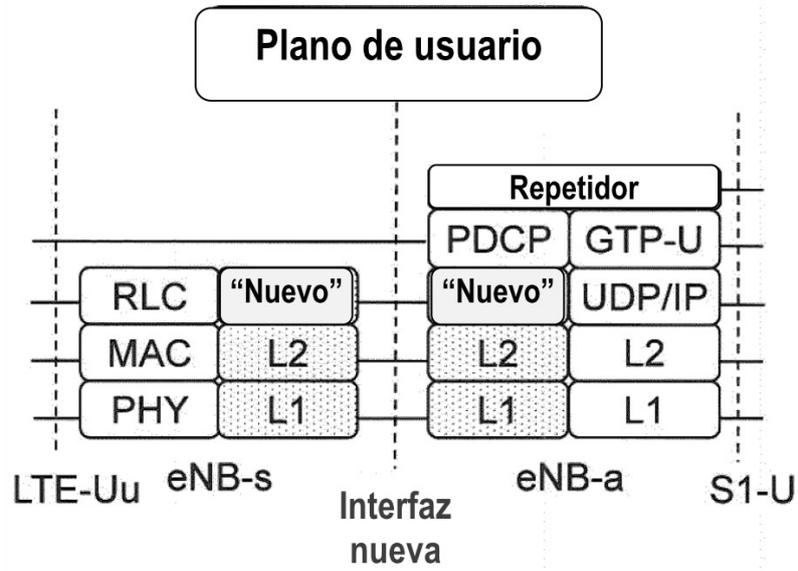


Fig. 14a

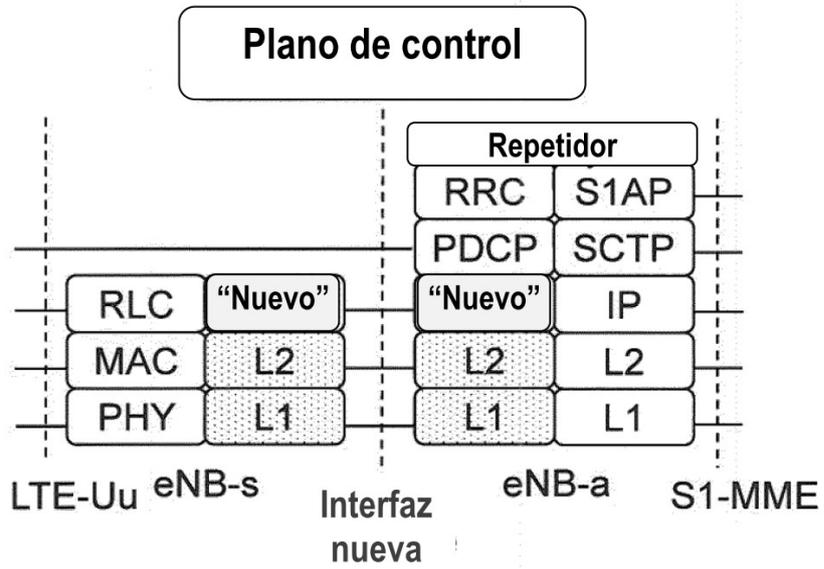


Fig. 14b

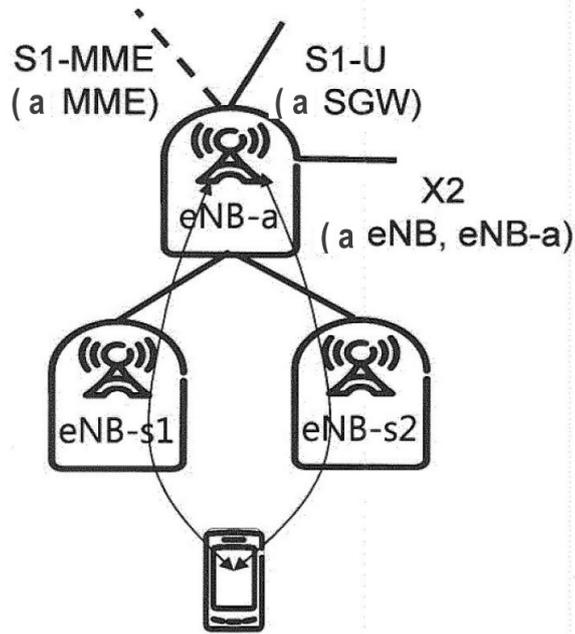


Fig. 15

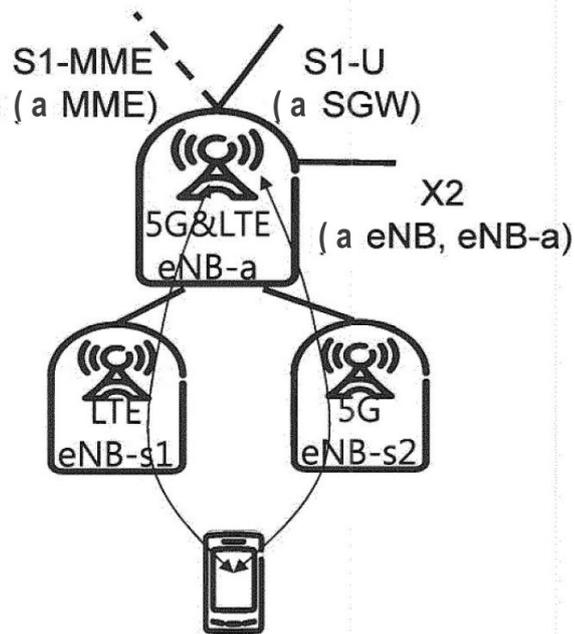


Fig. 16

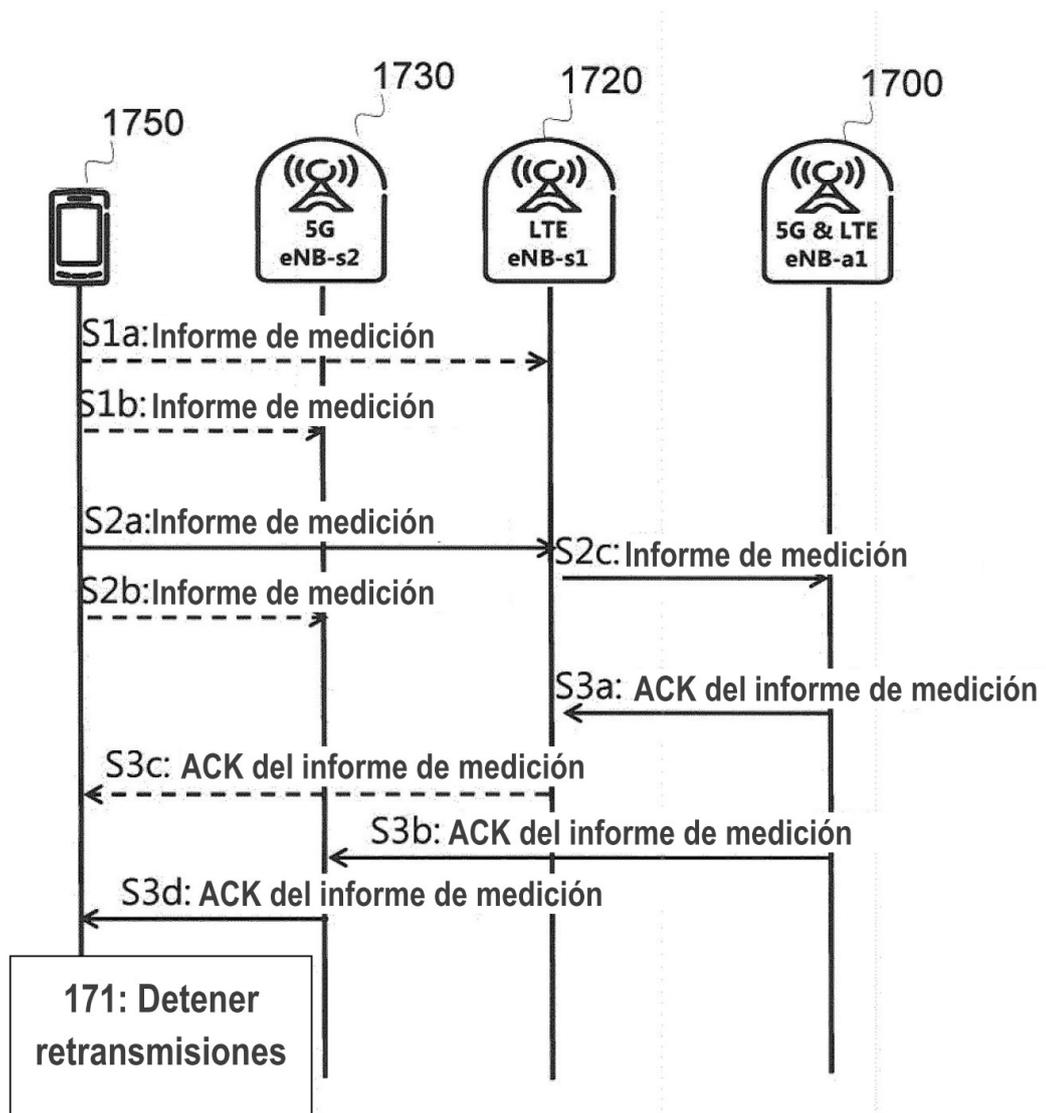


Fig. 17

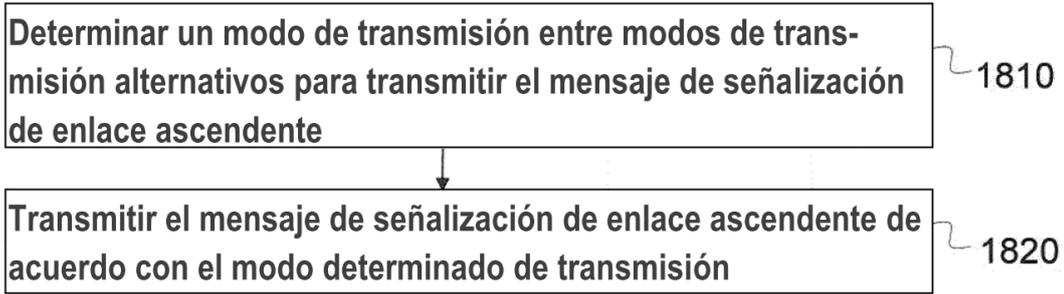


Fig. 18a

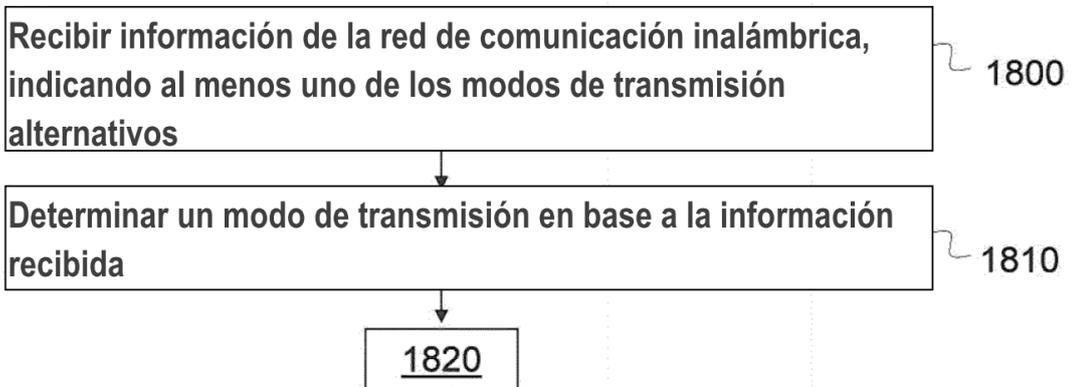


Fig. 18b

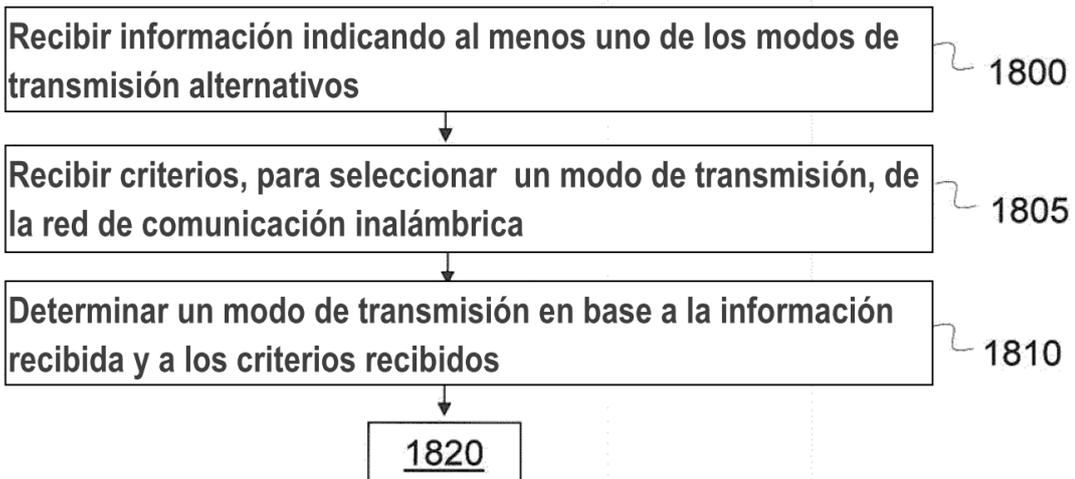


Fig. 18c

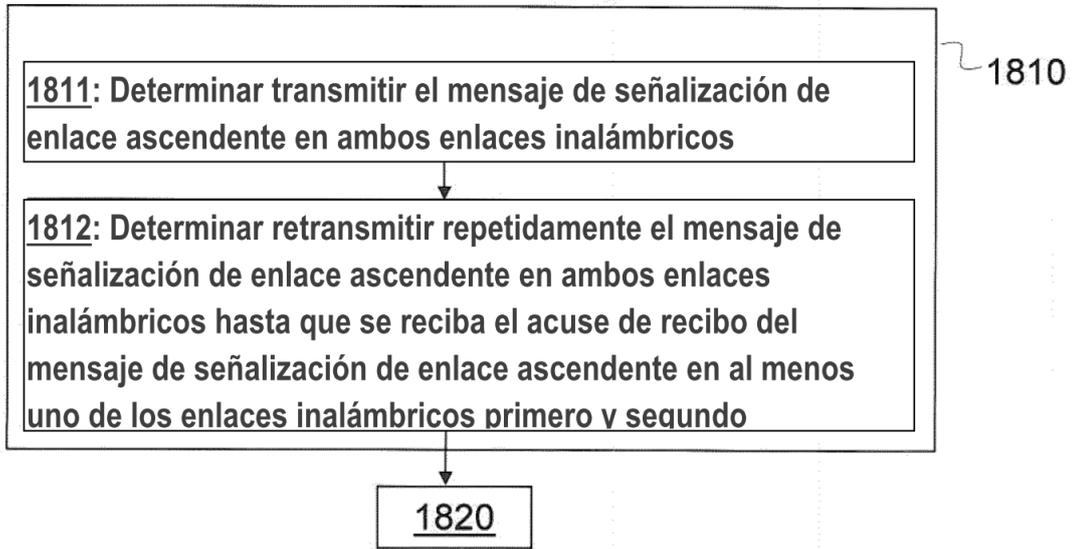


Fig. 18d

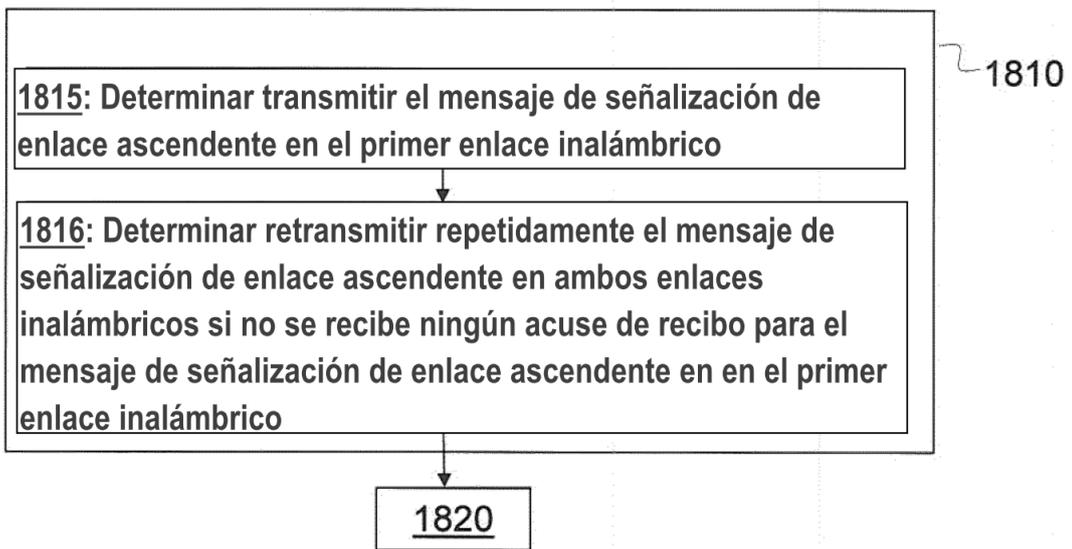


Fig. 18e

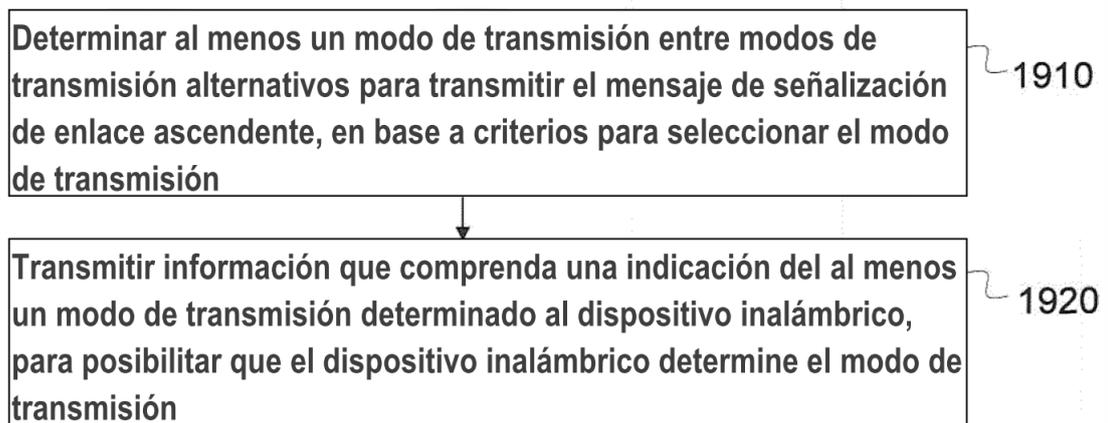


Fig. 19

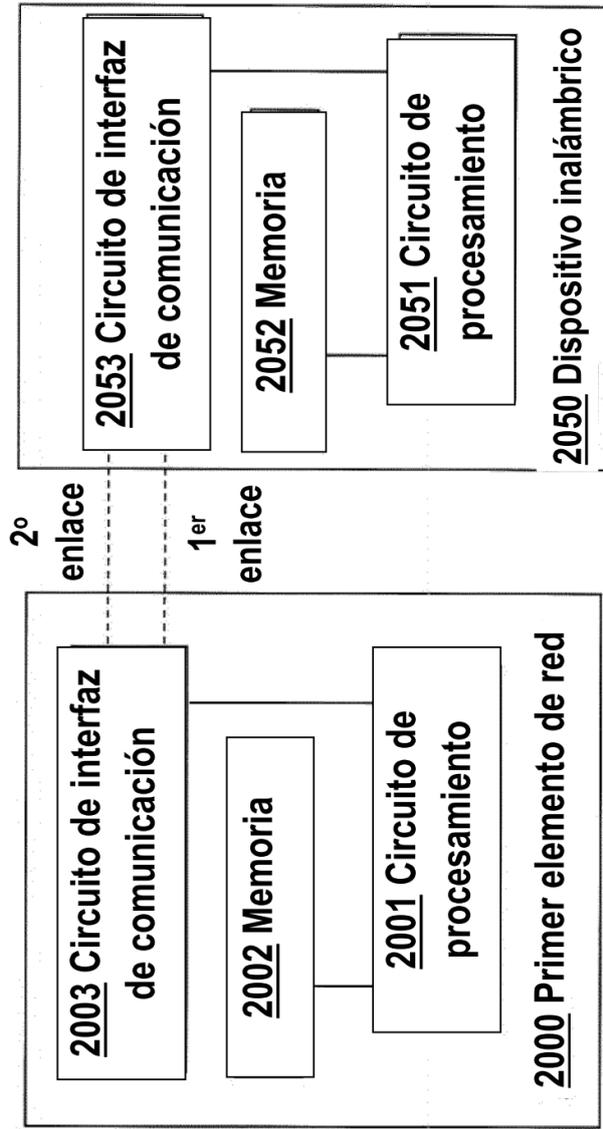


Fig. 20a

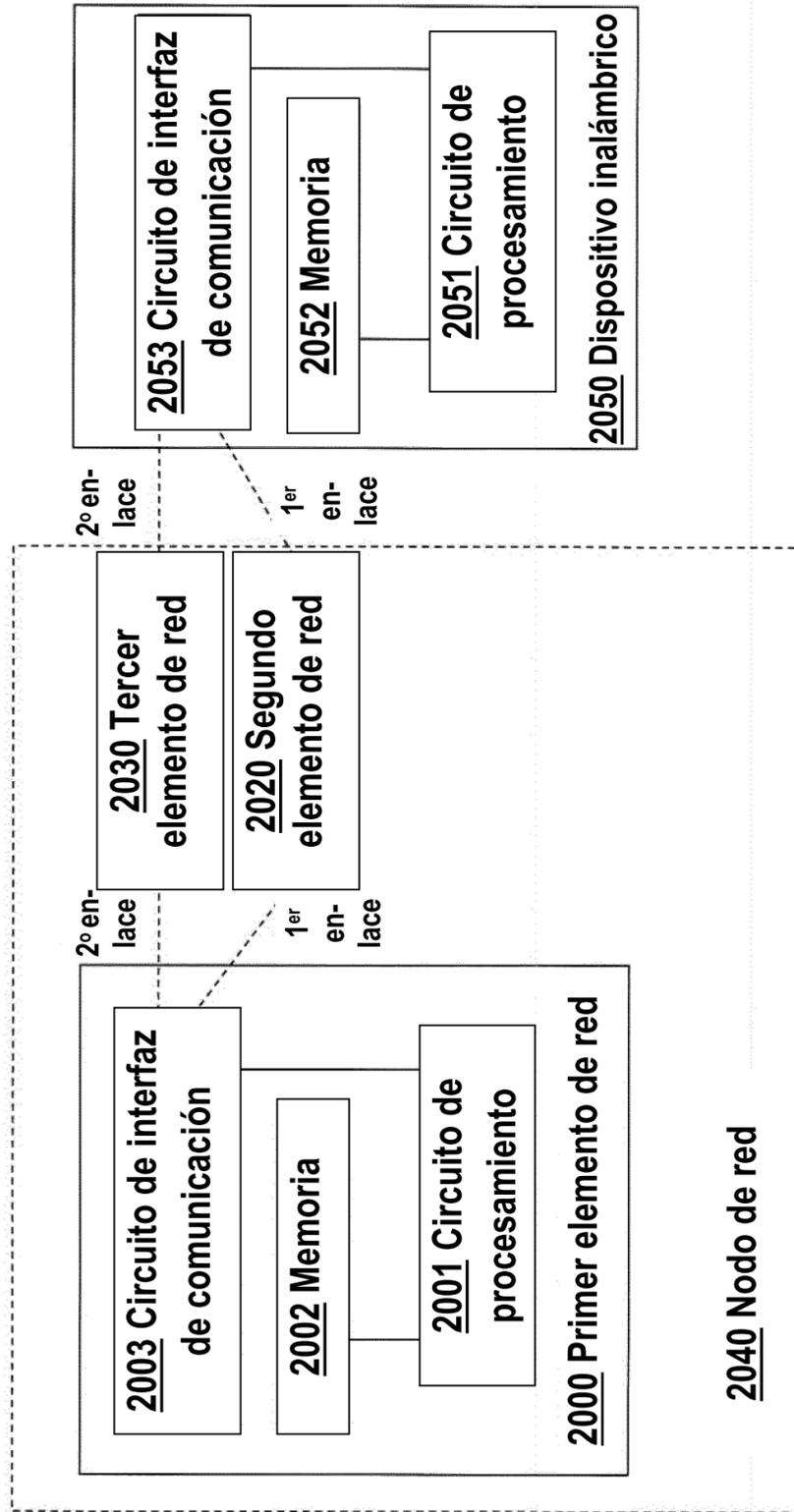


Fig. 20b

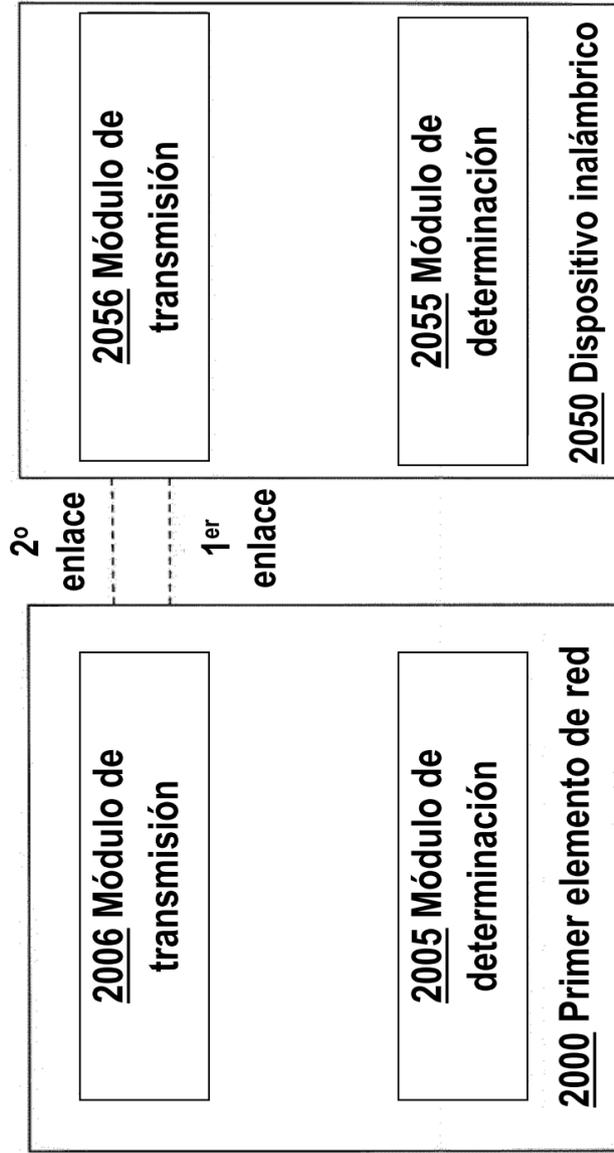


Fig. 20c