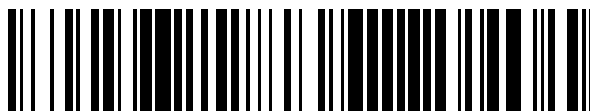


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 704 737**

51 Int. Cl.:

H04L 1/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.08.2015 PCT/SE2015/050900**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.03.2017 WO17034449**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.08.2015 E 15771730 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.10.2018 EP 3251240**

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

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.03.2019

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

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

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 704 737 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

Campo técnico

5 La descripción se refiere en general a conectividad dual y, en particular, a métodos y aparato para permitir que un dispositivo inalámbrico transmita un mensaje de señalización de enlace ascendente cuando el dispositivo inalámbrico se conecta a un primer elemento de red sobre al menos dos enlaces inalámbricos.

Antecedentes

10 Sistema de Paquetes Evolucionado (EPS) es el Dominio de Paquetes Conmutados del Proyecto de Cooperación de 3ª Generación (3GPP) evolucionado. EPS incluye Núcleo de Paquetes Evolucionado (EPC) y Red Universal de Acceso de Radio Terrestre (E-UTRAN). La Figura 1 muestra una vista general de la arquitectura EPC en un contexto no itinerante, cuya arquitectura incluye una Pasarela de Red de Datos por Paquetes (PDN) (PGW), 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 llamado Equipo de Usuario (UE). La red de acceso de radio, E-UTRAN, consta de uno o más eNodosB (eNB).

15 La Figura 2 muestra la arquitectura E-UTRAN general e incluye los eNB, proporcionando las terminaciones de protocolo del plano de usuario y del plano de control de E-UTRAN 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 al 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 enumeradas. Los eNB se interconectan unos con otros 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.

Las partes principales de las arquitecturas del Plano de Control y del Plano de Usuario EPC se muestran en la Figura 3 y la Figura 4, respectivamente.

25 Visión general de Evolución a Largo Plazo (LTE)

LTE usa Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal (OFDM) en el Enlace Descendente (DL) y OFDM de propagación de Transformada de Fourier Directa (DFT) en el Enlace Ascendente (UL). El recurso físico básico de DL de LTE se puede ver de este modo como una cuadrícula tiempo-frecuencia como se ilustra en la Figura 5, donde cada elemento de recurso corresponde a una subportadora OFDM durante un intervalo de símbolo OFDM.

30 En el dominio del tiempo, las transmisiones de DL de LTE se organizan en tramas de radio de 10 ms, cada trama de radio que consta de diez subtramas igualmente dimensionadas 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 un intervalo (0,5 ms) en el dominio de tiempo y 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 se numeran en el dominio de frecuencia, comenzando con 0 desde un extremo del ancho de banda del sistema.

35 La noción de RB virtuales (VRB) y RB físicos (PRB), se ha introducido en LTE. La asignación de recursos real a un UE se hace en términos de pares de VRB. Hay dos tipos de asignaciones de recursos, localizada y distribuida. En la asignación de recursos localizada, un par de VRB se correlaciona directamente con un par de PRB, por lo tanto, dos VRB consecutivos y localizados también se colocan como PRB consecutivos en el dominio de frecuencia. Por otra parte, los VRB distribuidos no se correlacionan con PRB consecutivos en el dominio de frecuencia; proporcionando por ello diversidad de frecuencia para el canal de datos transmitido usando estos VRB distribuidos.

40 Las transmisiones de DL se programan dinámicamente, es decir, en cada subtrama la estación base transmite información de control acerca de a qué terminales se transmiten los datos y en 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 OFDM en cada subtrama y el número $n = 1, 2, 3$ o 4 se conoce como el Indicador de Formato de Control (CFI). La subtrama de DL también contiene Símbolos de Referencia Comunes (CRS) que se conocen por el receptor y se usan para demodulación coherente de, por ejemplo, la información de control. Un sistema de DL con CFI = 3 se ilustra en la Figura 7.

Arquitectura del plano de control y de usuario de LTE

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

- Control de Recursos de Radio, RRC (plano de control solamente)

ES 2 704 737 T3

- Difusión de información del sistema tanto para el Estrato Sin Acceso (NAS) como para el Estrato de Acceso (AS)
- Radiobúsqueda
- Manejo de conexión RRC
- 5 • Asignación de identificadores temporales para el UE
- Configuración de portador o de portadores de radio de señalización para conexión RRC
- Manejo de portadores de radio
- Funciones de gestión de QoS
- Funciones de seguridad incluyendo gestión de claves
- 10 • Funciones de movilidad que incluyen:
 - Informes de medición de UE y control de los informes
 - Traspaso
 - Selección y reelección de celda de UE y control de selección y reelección de celda
- Transferencia de mensajes directos NAS a/desde el UE
- 15 - Protocolo de Convergencia de Datos por Paquetes, PDCP
 - Existe una entidad PDCP para cada portador de radio para el UE. PDCP se usa tanto para el plano de control (RRC) como para el plano de usuario
 - Funciones principales del plano de control, incluyendo cifrado/descifrado y protección de integridad
 - Funciones principales del plano de usuario, incluyendo cifrado/descifrado, compresión y descompresión de cabecera usando Compresión de Cabecera Robusta (ROHC), y entrega en secuencia, detección de duplicados y retransmisión (usada principalmente durante el traspaso)
- 20 - Control de Enlace de Radio, RLC
 - La capa RLC proporciona servicios para la capa PDCP y existe una entidad RLC para cada portador de radio para el UE
- 25 • Funciones principales tanto para el plano de control como para el de usuario incluyen segmentación o concatenación, manejo de retransmisión (usando Solicitud de Repetición Automática (ARQ), detección de duplicados y entrega en secuencia a capas más altas.
- Control de Acceso al Medio, MAC
- 30 • El MAC proporciona servicios a la capa RLC en forma de canales lógicos, y realiza correlación entre estos canales lógicos y canales de transporte
- Las funciones principales son: programación de UL y de DL, informes de información de programación, retransmisiones ARQ híbridas y datos de multiplexación/demultiplexación a través de múltiples portadoras componentes para agregación de portadoras
- Capa Física, PHY
- 35 • La PHY proporciona servicios a la capa MAC en forma de canales de transporte y maneja la correlación de canales de transporte con canales físicos.
- Las funciones principales para DL realizadas por el eNB (OFDM) son:
 - Envío de señales de referencia de DL
 - Pasos detallados (de "arriba a abajo"): inserción de Comprobación de Redundancia Cíclica (CRC); segmentación de bloque de código e inserción de CRC por bloque de código; codificación de canal (Turbo-codificación); adaptación de tasa y procesamiento ARQ híbrido de capa física; aleatorización a nivel de bit; modulación de datos (Codificación por Desplazamiento de fase en Cuadratura (QPSK), Modulación de Amplitud en Cuadratura (QAM) 16, o 64QAM); correlación de
- 40

antena y procesamiento de antenas múltiples; procesamiento OFDM, incluyendo Transformada Rápida de Fourier Inversa (IFFT), e inserción de Prefijo Cíclico (CP) dando como resultado datos en el dominio de tiempo, a los que se hace referencia algunas veces como datos IQ o datos digitalizados de Radiofrecuencia (RF); conversión digital a analógico; amplificador de potencia; y envío a la antena.

- 5
- Las funciones principales para UL realizadas por el eNB (OFDM con propagación de DFT) son:
 - Soporte de acceso aleatorio
 - Pasos detallados (de “arriba a abajo”): eliminación de CRC, desegmentación de bloque de código, decodificación de canal, adaptación de tasa y procesamiento ARQ híbrida de capa física; desaleatorización a nivel de bit; demodulación de datos; Transformada de Fourier Discreta Inversa (IDFT); correlación de antena y procesamiento de antenas múltiples; procesamiento OFDM, incluyendo Transformada Rápida de Fourier (FFT) y eliminación de CP; Conversión analógico a digital; amplificador de potencia; y recepción desde la antena.

15 La funcionalidad eNB descrita se puede implementar de diferentes formas. En un ejemplo, todas las capas de protocolo y la funcionalidad relacionada se despliegan en el mismo nodo físico, incluyendo la antena. Un ejemplo de esto es un pico o femto eNodoB. Otro ejemplo de despliegue es la denominada división Principal-Remota. En este caso, el eNodoB se divide en una Unidad Principal y una Unidad Remota que también se llaman Unidad Digital (DU) y Unidad de Radio Remota (RRU) respectivamente. La Unidad Principal o DU contiene todas las capas de protocolo, excepto las partes inferiores de la capa PHY que se colocan en su lugar en la Unidad Remota o RRU. La división en la capa PHY es a nivel de datos del dominio de tiempo (datos IQ, es decir, después/antes de la IFFT/FFT e inserción/eliminación del CP). Los datos IQ se reenvían desde la Unidad Principal a la Unidad Remota sobre la denominada Interfaz de Radio Pública Común (CPRI), que es una interfaz de datos de alta velocidad y baja latencia. La Unidad Remota entonces realiza la conversión Digital a Analógica necesaria para crear datos de RF analógicos, amplifica la potencia de los datos de RF analógicos y envía los datos de RF analógicos a la antena. Aún en otra opción de implementación, la RRU y la antena se sitúan conjuntamente, creando la denominada Radio con Antena Integrada (AIR).

Agregación de portadoras

30 Las especificaciones Rel-10 de LTE se han estandarizado, soportando anchos de banda de Portadoras Componentes (CC) de hasta 20 MHz, que es el ancho de banda máximo de la portadora Rel-8 de LTE. Es posible una operación Rel-10 de LTE más ancha que 20 MHz y aparece como un número de CC de LTE para un terminal Rel-10 de LTE. La forma directa de obtener anchos de banda más anchos que 20 MHz es por medio de Agregación de Portadoras (CA). CA implica que un terminal Rel-10 de LTE puede recibir múltiples CC, donde las CC tienen o al menos tienen la posibilidad de tener, la misma estructura que una portadora de Rel-8. 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, esto es, 6, 15, 25, 50, 75 o 100 RB correspondientes a 1,4, 3, 5, 10, 15 y 20 MHz, respectivamente. El número de CC agregadas, así como el ancho de banda de las CC individuales puede ser diferente para el UL y el DL. Una configuración simétrica se refiere al caso donde el número de CC en el DL y el UL es el mismo, mientras que una configuración asimétrica se refiere al caso en que el número de CC es diferente en el DL y el UL. Es importante señalar que el número de CC configuradas en la red puede ser diferente del número de CC vistas por un terminal. Un terminal puede, por ejemplo, soportar más CC de DL que CC de UL, a pesar de que la red ofrezca el mismo número de CC de UL y de DL.

45 También se hace referencia a las CC como celdas o celdas de servicio. Más específicamente, en una red LTE, las celdas agregadas por un terminal se denotan Celda de Servicio Primaria (Celda P) y Celda de Servicio Secundaria (Celda S). El término celda de servicio comprende tanto una Celda P como una o más Celdas S. Todos los UE tienen una Celda P. Qué celda que es una Celda P de un UE es específico del terminal. Esta Celda P se considera “más importante”, es decir, señalización de control vital y otra señalización importante se manejan típicamente a través de la Celda P. La señalización de control de UL siempre se envía en la Celda P de un UE. La portadora componente configurada como la Celda P es la CC principal, mientras que todas las demás CC son Celdas S. El UE puede enviar y recibir datos tanto en la Celda P como en las Celdas S. La señalización de control, tal como los comandos de programación, se puede configurar para ser transmitida y recibida solamente en el Celda P. No obstante, los comandos también son válidos para la Celda S, y los comandos también se pueden configurar para ser transmitidos y recibidos tanto en una Celda P como en las Celdas S. Independientemente del modo de operación, el UE solamente necesitará leer el canal de transmisión con el fin de adquirir los parámetros de información del sistema en la Portadora Componente Primaria (PCC). Información del sistema relacionada con la Portadora o las Portadoras Componentes Secundarias (SCC), se puede proporcionar al UE en mensajes RRC dedicados. Durante el acceso inicial, un terminal Rel-10 de LTE se comporta similar a un terminal Rel-8 de LTE. No obstante, tras una conexión con éxito a la red, un terminal Rel-10 se puede configurar – dependiendo de sus propias capacidades y de la red – con celdas de servicio adicionales en el UL y el DL. La configuración se basa en RRC. Debido a la señalización pesada y la velocidad bastante lenta de la señalización RRC, se prevé que un terminal se pueda configurar con múltiples celdas de servicio a pesar de que no todas ellas se usen actualmente. En resumen, CA de

LTE soporta el uso eficiente de múltiples portadoras, permitiendo que los datos sean enviados y recibidos sobre todas las portadoras. Se soporta programación de portadoras cruzadas, evitando la necesidad de que el UE escuche todos los canales de programación de portadoras todo el tiempo. Una solución se basa en la sincronización de tiempo ajustada entre las portadoras.

5 Conectividad dual de Rel-12 de LTE

Conectividad dual (DC) es una solución que actualmente está estandarizándose por el 3GPP para soportar que los UE se conecten a múltiples portadoras para enviar y recibir datos en múltiples portadoras al mismo tiempo. La siguiente es una descripción general de DC basada en el estándar actual del 3GPP. E-UTRAN soporta la operación DC, por lo que un UE con múltiples receptores y transmisores, que están en modo RRC_CONECTADO, está configurado para utilizar recursos de radio proporcionados por dos programadores distintos, situados en dos eNB interconectados a través de un enlace de retroceso no ideal sobre la X2. Los eNB implicados en DC para un cierto UE pueden asumir dos papeles diferentes. Un eNB puede actuar o bien como eNB Maestro (MeNB) o bien como eNB Secundario (SeNB). En DC, un UE se conecta a un MeNB y a un SeNB. La arquitectura de protocolo de radio que usa un portador particular depende de cómo se configura el portador. Existen tres alternativas: portador de Grupo de Celdas Maestras (MCG), portador del Grupo de Celdas Secundarias (SCG) y portador dividido. Esas tres alternativas se representan en la Figura 10. Los Portadores de Señales de Radio (SRB) siempre se asocian con el portador MCG y, por lo tanto, solamente usan los recursos de radio proporcionados por el MeNB. Obsérvese que DC también se puede describir como que tiene al menos un portador configurado para usar recursos de radio proporcionados por el SeNB.

La señalización del plano de control entre eNB para DC se realiza por medio de señalización de la interfaz X2. La señalización del plano de control hacia la MME se realiza por medio de señalización de la interfaz S1. Solamente hay una conexión S1-MME por UE entre el MeNB y la MME. Cada eNB debería ser capaz de manejar los UE independientemente, es decir, proporcionar la Celda P a algunos UE al tiempo que se proporcionan una Celda o Celdas S para SCG a otros. Cada eNB implicado en DC para un cierto UE posee sus recursos de radio y es el principal responsable de asignar recursos de radio de sus celdas. La coordinación entre el MeNB y el SeNB se realiza por medio de señalización de la interfaz X2. La Figura 11 muestra la conectividad del Plano de Control (plano C) de los eNB implicados en DC para un cierto UE. El MeNB es un plano C conectado a la MME a través de S1-MME, el MeNB y el SeNB se interconectan a través de X2-C. La Figura 12 muestra la conectividad del Plano de Usuario (plano U) de los eNB implicados en DC para un cierto UE. La conectividad del plano U depende de la opción de portador configurada. Para portadores de MCG, el MeNB es un plano U conectado con la S-GW a través de la S1-U, y el SeNB no está implicado en el transporte de los datos del plano de usuario. Para portadores divididos, el MeNB es un plano U conectado a la S-GW a través de la S1-U y, además, el MeNB y el SeNB se interconectan a través de X2-U. Para los portadores de SCG, el SeNB se conecta directamente con la S-GW a través de S1-U.

Funcionalidad de Centralización de Red de Acceso por Radio (E-UTRAN)

Se ha discutido la posible evolución futura de la arquitectura actual de la Red de Acceso de Radio (RAN). Desde un punto de partida en una topología basada en un macro sitio, la introducción de celdas de baja potencia, una evolución de la red de transporte entre diferentes sitios de estaciones base de radio, una evolución del hardware de la estación base de radio y una necesidad aumentada de potencia de procesamiento por dar algunos ejemplos, han dado lugar a nuevos retos y oportunidades. Se proponen varias estrategias para la arquitectura RAN, que algunas veces apuntan en diferentes direcciones. Algunas estrategias, como las ganancias de coordinación, las ganancias de agrupación de hardware, las ganancias de ahorro de energía y la evolución del enlace de retroceso/enlace anterior, están trabajando a favor de un despliegue más centralizado. Al mismo tiempo, otras estrategias están trabajando hacia descentralización, tales como requisitos de muy baja latencia para algunos casos de uso de 5G, por ejemplo, aplicaciones de Comunicación de Tipo Máquina (MTC) de misión crítica. Los términos enlace anterior y enlace de retroceso se usan en relación con la estación base. La definición tradicional para enlace anterior es el enlace de fibra basado en CPRI entre la Unidad Principal en banda base y la Unidad Remota. El enlace de retroceso se refiere a la red de transporte usada para las interfaces S1/X2.

La evolución reciente de las tecnologías de enlace de retroceso/enlace anterior ha abierto de hecho la posibilidad de centralizar la banda base, a la que se hace referencia a menudo como C-RAN. C-RAN es un término que se puede interpretar de diferentes formas. Para algunos, significa un “hotel en banda base” como soluciones en las que las bandas base de muchos sitios se ubican conjuntamente en un sitio central, aunque no haya una conexión estrecha ni un intercambio rápido de datos entre las unidades en 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 los nodos de menor potencia cubiertos por ella. En tal configuración, una estrecha coordinación entre la macro y los nodos de baja potencia a menudo puede dar ganancias considerables. El término “RAN coordinada” es una interpretación de C-RAN usada a menudo que se centra en las ganancias de coordinación de la centralización. Otras interpretaciones más futuristas de C-RAN incluyen soluciones RAN basadas en la “nube” y “virtualizadas” donde la funcionalidad de red de radio se soporta sobre hardware genérico tal como procesadores de propósito general y posiblemente como máquinas virtuales.

Un despliegue centralizado se puede impulsar por una o varias fuerzas como, por ejemplo, una posible facilidad de mantenimiento, actualización y menor necesidad de sitios, así como recolección de ganancias de coordinación. Una idea equivocada común es que hay una gran ganancia de agrupación y un ahorro de hardware correspondiente a ser hecho por la centralización. La ganancia de agrupación es grande sobre el primer número de celdas agrupadas pero luego disminuye rápidamente. Una ventaja clave de tener las bandas base de un mayor número de sitios ubicadas conjuntamente e interconectadas es la estrecha coordinación que permite. Ejemplos de estos son Puntos Múltiples Coordinados de UL (CoMP), y una combinación de varios sectores y/o portadoras en una celda. Las ganancias de estas características algunas veces pueden ser significativas en relación con las ganancias de esquemas de coordinación más flexibles, tales como, por ejemplo, la coordinación mejorada de interferencia entre celdas (eICIC) que se puede hacer sobre interfaces estándar (X2) sin la ubicación conjunta de la banda base.

Un despliegue de C-RAN atractivo 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 macro sitio, que están estrechamente integradas en el macro sobre la interconexión de alta velocidad. Se espera que las mayores ganancias sean vistas en escenarios de despliegue, tales como en estadios y centros comerciales. Una consideración importante para cualquier despliegue de C-RAN es el transporte sobre el enlace anterior, es decir, la conexión entre la parte centralizada de banda base y los radios, a la que se hace referencia algunas veces como "la primera milla". El coste del enlace anterior, que varía enormemente entre mercados, necesita ser equilibrado frente a los beneficios.

Otra técnica relacionada en el campo técnico se describe en los documentos US 2014/369242, US 2014/092785 y WO 2015/021318.

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

El documento US 2014/092785 se refiere a redes heterogéneas y a conectividad dual, por ejemplo, para un macro y un pico nodo. El documento describe que se pueden elegir diferentes modos de transmisión para transmisiones PUSCH dependiendo del número de puertos de antena que esté usando el UE.

El documento WO 2015/021318 se refiere a redes heterogéneas y a sistemas desacoplados de DL/UL, y describe soluciones para que un UE detecte una celda con mejor cobertura de UL que una celda de enlace descendente. Se describe que un UE puede comunicarse con una BS o celda en el enlace descendente y con otra en el UL.

Compendio

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

Un objeto es aliviar o al menos reducir uno o más de los problemas mencionados anteriormente, y proporcionar un procedimiento para transmitir mensajes de señalización de enlace ascendente en un escenario de conectividad múltiple. Este y otros objetos se logran mediante métodos, un dispositivo inalámbrico y un elemento de red según las reivindicaciones independientes, y mediante las realizaciones según las reivindicaciones dependientes.

Según aspectos adicionales, se proporcionan programas de ordenador y productos de programas de ordenador correspondientes a los aspectos anteriores.

Una ventaja de las realizaciones es que se proporciona un procedimiento sobre cómo 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 se puede adaptar a una situación actual tal como, por ejemplo, una capacidad del dispositivo inalámbrico o una situación de carga.

Otros objetos, ventajas y características de las realizaciones se explicarán en la siguiente descripción detallada cuando se considera junto con los dibujos y reivindicaciones que se acompañan.

Breve descripción de los dibujos

Los diversos aspectos de las realizaciones descritas en la presente memoria, incluyendo características y ventajas particulares de las mismas, se entenderán fácilmente a partir de la siguiente descripción detallada y los dibujos que se acompañan.

La Figura 1 es un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente una arquitectura EPC no itinerante para accesos 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.

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 DL de LTE.

5 La Figura 6 ilustra esquemáticamente una estructura en el dominio de tiempo de LTE.

La Figura 7 ilustra esquemáticamente una subtrama de DL.

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

La Figura 9 ilustra esquemáticamente una CA de cinco CC.

10 La Figura 10 ilustra esquemáticamente una Arquitectura de Protocolo de Radio para DC.

La Figura 11 es un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente la conectividad del Plano C de los eNB implicados en DC.

La Figura 12 es un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente la conectividad del Plano U de los eNB implicados en DC.

15 La Figura 13 ilustra esquemáticamente un ejemplo de una división funcional entre elementos de red.

Las Figuras 14a y 14b ilustran esquemáticamente una división de eNB en un eNB-a y un eNB-s.

La Figura 15 ilustra esquemáticamente una DC con división funcional establecida para un dispositivo inalámbrico.

La Figura 16 ilustra esquemáticamente una DC de RAT múltiple establecida para un dispositivo inalámbrico.

20 La Figura 17 es un diagrama de señalización que ilustra esquemáticamente la señalización entre el UE y la red según realizaciones.

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

La Figura 19 es un diagrama de flujo que ilustra esquemáticamente realizaciones de un método para un elemento de red según diversas realizaciones.

25 Las Figuras 20a-c son diagramas de bloques que ilustran esquemáticamente realizaciones del dispositivo inalámbrico y del elemento de red según diversas realizaciones.

Descripción detallada

30 A continuación, se describirán diferentes aspectos con más detalle con referencias a ciertas realizaciones y a los dibujos que se acompañan. Con propósitos de explicación y no de limitación, se exponen detalles específicos, tales como escenarios y técnicas particulares, con el fin de proporcionar una comprensión minuciosa de las diferentes realizaciones. No obstante, también pueden existir otras realizaciones que se aparten de estos detalles específicos.

35 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 se debería diseñar de manera lo suficientemente flexible para ser 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 RAN se clasifican en funciones síncronas (SF) y funciones asíncronas (AF). Las funciones asíncronas son funciones con restricciones de tiempo holgadas, y las funciones síncronas están ejecutando típicamente una funcionalidad de tiempo crítico. Las funciones de red síncronas tienen requisitos de la temporización de procesamiento que son estrictamente dependientes de la temporización de un enlace de radio usado para comunicarse con el dispositivo inalámbrico.

40 Estrictamente dependiente significa que la temporización del enlace de radio es crucial para que las funciones de la red síncrona funcionen como se pretende. Las funciones de red asíncronas tienen requisitos de la temporización de procesamiento no estrictamente dependientes de la temporización del enlace de radio, o incluso independientes de la temporización del enlace de radio. Las funciones síncronas se pueden colocar en un nodo lógico llamado eNB-s y las funciones asíncronas se pueden colocar en un nodo lógico llamado eNB-a. Los ejemplos de funciones asociadas con el eNB-s, es decir, las funciones síncronas, se pueden colocar en un elemento de red cerca de la interfaz aérea.

45 Las funciones síncronas formarán lo que se llama un grupo de funciones síncronas (SFG). Los ejemplos de las funciones asíncronas asociadas con el eNB-a se pueden ejemplificar de manera flexible o bien 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 bien en otros elementos de red tales como nodos de red fijos (FNN). Si se supone que las funciones son funciones E-UTRAN, la

división de funciones puede conducir a la arquitectura funcional para el plano de control y para 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 agregación del plano de usuario para tasas de datos agregadas, o diversidad del plano de control/usuario, por ejemplo, fiabilidad y conmutación rápida de paquetes, los ejemplos de funciones asíncronas se pueden hacer comunes a múltiples ejemplos de funciones síncronas. En otras palabras, un mismo ejemplo de una función asociada a un eNB-a puede controlar múltiples ejemplos de una función asociada con un eNB-s. En el caso de la funcionalidad LTE actual (véase la sección “Arquitectura del plano de control y de usuario de LTE” anterior), esto puede conducir a ejemplos comunes para las funciones RRC y PDCP asociadas con N múltiples ejemplos de RLC/MAC/PHY. N es el número de enlaces sobre los que se puede conectar el UE al mismo tiempo. Un escenario de ejemplo se ilustra en la Figura 15 donde el UE está conectado sobre dos enlaces a través del 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 prevé que los accesos de radio 5G estarán compuestos por múltiples interfaces aéreas, por ejemplo, variantes de interfaces aéreas o interfaces aéreas para diferentes RAT. Estas múltiples interfaces aéreas pueden estar estrechamente integradas, lo que significa que es posible tener ejemplos de funciones comunes para múltiples interfaces aéreas. También se prevé que una de las interfaces aéreas en un escenario 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 conexiones múltiples 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 diferentes protocolos de capa inferior que los que soportan los elementos de red compatibles con LTE, por ejemplo, debido a las altas frecuencias en que se supone que una red 5G opera y los nuevos casos de uso que se requiere abordar. Por lo tanto, puede no ser posible una CA estandarizada entre LTE y los nuevos accesos de radio 5G. La solución de DC estandarizada contiene diferentes niveles de agregación del plano de usuario, pero ningún medio para el Plano de Control Dual entre dos portadoras LTE diferentes o entre portadoras compatibles con LTE y no compatibles con LTE.

Por lo tanto, la división funcional descrita anteriormente entre el eNB-a y el eNB-s se puede extender de modo que el mismo ejemplo de funciones asíncronas se defina para múltiples interfaces aéreas, donde el UE se puede conectar sobre las múltiples interfaces aéreas al mismo tiempo o durante los procedimientos de movilidad. Las múltiples interfaces aéreas tendrán entonces diferentes grupos funcionales síncronos por interfaz aérea, por ejemplo, para partes compatibles con LTE y no compatibles con LTE del acceso de radio 5G.

La división ilustrada 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 tanto para el plano de control como el de usuario para las funciones asíncronas. Un eNB-s para cada RAT contiene las funciones síncronas, permitiendo de este modo que las funciones síncronas sean específicas de la RAT, por ejemplo, diferentes para una RAT de LTE y una 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 división funcional y la arquitectura RAN, tal como la descrita anteriormente con referencia a las Figuras 15 y 16, o cualquier otra división funcional RAN donde se ejemplifican grupos de funciones en diferentes elementos de red, implica la posibilidad de tener un ejemplo o ejemplos de funciones comunes asociadas con múltiples elementos de red y/o enlaces de la misma o múltiples interfaces aéreas.

Las realizaciones se describen en un contexto general no limitante en relación con una 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 se conecta al eNB-a sobre un primer y un segundo enlace inalámbrico. Las funciones de red que sirven al UE sobre el primer enlace inalámbrico se dividen en este escenario de ejemplo entre el eNB-a y el eNB-s1, a los que se puede hacer referencia como el primer y el segundo elementos de red respectivamente. Las funciones de red que sirven al UE sobre el segundo enlace inalámbrico se dividen entre el eNB-a y el eNB-s2, donde se puede hacer referencia al eNB-s2 como el tercer elemento de red. Algunos o todos estos elementos de red pueden ser parte de un mismo nodo de red físico, o pueden ser cada uno elementos de red físicos separados. Las funciones de red se dividen en el escenario de ejemplo entre el eNB-a y el eNB-s1/eNB-s2 en base a si son asíncronas o síncronas. El mismo ejemplo de funciones asíncronas eNB-a se puede definir para múltiples interfaces aéreas, donde el UE se puede conectar sobre múltiples interfaces aéreas correspondientes a los dos enlaces inalámbricos al mismo tiempo. Las múltiples interfaces aéreas se asociarán entonces con diferentes grupos de funciones síncronas por interfaz aérea. El eNB-s1 y el eNB-s2 en la Figura 15 pueden ser de la misma RAT, y pueden ser propiedad de un mismo operador o de diferentes operadores. Alternativamente, el eNB-s1 y el eNB-s2 pueden ser de RAT diferentes respectivas, por ejemplo, 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 la presente memoria se dan principalmente en el contexto de múltiples RAT, por ejemplo, RAT de LTE y de 5G. No obstante, las realizaciones descritas también pueden aplicarse a casos de RAT única, especialmente en los casos cuando un único eNB-s está conectado a múltiples

redes de operadores diferentes, en la medida que en estos casos una RAT única se puede usar tanto para el primer como para el segundo enlaces inalámbricos.

5 Aunque las funciones en este escenario de ejemplo se diferencian en base a si son o no síncronas, se debería señalar que las realizaciones de la invención se pueden aplicar a cualquier otra arquitectura de función de red donde las funciones de red se dividen en dos elementos de red en base a algunos otros criterios que si la función es o no síncrona. Un ejemplo es dividir las funciones en un escenario de múltiples RAT en base a si son comunes para las múltiples RAT o específicas de una de las RAT.

10 Además, las realizaciones descritas también pueden aplicarse a un escenario de DC puro sin la división de las funciones de red en dos elementos de red. En ese caso, el dispositivo inalámbrico se conecta directamente al primer elemento de red a través de los dos enlaces, sin implicar al segundo y al tercer elemento de red.

15 Además, aunque las realizaciones se describen en relación con un escenario de DC, las realizaciones también se pueden aplicar a un escenario donde el UE entra en conectividad múltiple, donde "múltiple" implica más que dual, es decir, más de dos, añadiendo otro enlace más que puede ser de la misma o de una 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 fácilmente aplicables al escenario de conectividad múltiple.

Modos de transmisión

20 El problema de los procedimientos no existentes para transmitir informes de medición a la red en un escenario de DC, por ejemplo, con funcionalidad dividida, tal como en el escenario de ejemplo ilustrado en la Figura 16, se aborda mediante una solución donde el UE determina en qué enlace o enlaces inalámbricos transmitir el informe de medición. El UE determina un modo de transmisión entre los modos de transmisión alternativos para transmitir el informe de medición. Los modos de transmisión alternativos comprenden:

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

30 El modo de transmisión determinado se usa entonces cuando se transmite el informe de medición. El modo de transmisión para transmitir en ambos enlaces inalámbricos es particularmente útil para los informes de medición que han de ser enviados una vez y/o los informes de medición que no se deberían perder, tales como los informes de medición desencadenados por eventos. Además, si se introducen procedimientos de señalización de enlace ascendente no reconocidos, el modo de transmisión para transmitir sobre ambos enlaces inalámbricos puede ser adecuado para un informe de medición no reconocido. El modo de transmisión para transmitir en uno de los enlaces inalámbricos es, por otra parte, 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 a continuación, 35 qué enlace inalámbrico elegir se puede determinar de diferentes formas, tales como, por ejemplo, usando una regla o esquema predeterminado, por ejemplo, teniendo en cuenta aspectos como las condiciones de 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 40 que ha de ser transmitido un informe de medición, el UE elige de manera autónoma un enlace aleatoriamente o en base a, por ejemplo, una regla rotativa equilibrada.

45 En realizaciones, el UE también puede 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 detiene la retransmisión cuando obtiene un acuse de recibo (ACK) o una respuesta que confirma que se ha recibido el informe de medición por la red 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, introduciendo diversidad para los informes de medición transmitidos por el UE.

50 La Figura 17 es un diagrama de señalización que ilustra un ejemplo de señalización entre el UE 1750 y la red en la realización donde 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 ambos (ilustrado por flechas de señal discontinuas), es decir, 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 se recibe por el eNB-s1 de LTE 1720 sobre el primer enlace, y se reenvía y recibe por el eNB-a1 de 5G y de LTE 1700 en S2c. El eNB-a1 de 5G y de LTE 1700 a su vez transmite un ACK de informe de medición al UE 1750 sobre los dos enlaces, en S3a y S3b. En el ejemplo, 55

solamente el ACK de informe de medición transmitido sobre el segundo enlace por el eNB-s2 de 5G 1730 se recibe por el UE 1750 en S3d. El ACK de informe de medición transmitido sobre el primer enlace en S3c se pierde. El UE 1750 puede haber iniciado ya una segunda retransmisión del informe de medición (no ilustrado) antes de que reciba el ACK de informe de medición en S3d. No obstante, cuando recibe el mensaje de ACK de informe de medición S3d a través del eNB-s2 de 5G 1730, 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, tal como el ACK de informe de medición en este ejemplo, que se envía por la red en respuesta al informe de medición recibido. Este modo de transmisión con retransmisiones es particularmente útil en situaciones donde las condiciones de canal son deficientes para ambos enlaces inalámbricos.

10 Determinar el modo de transmisión

En una realización de la invención, la determinación del modo de transmisión se realiza de manera autónoma por el UE. En una realización alternativa, la determinación se realiza por la red y, posteriormente, la red informa 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 RRC. No obstante, en otra realización, la determinación del modo de transmisión es una combinación de las dos realizaciones anteriores, donde la red determina un conjunto de posibles modos de transmisión y configura o informa al UE en consecuencia, por lo que el UE toma la decisión final sobre qué modo de transmisión usar.

El dispositivo inalámbrico puede determinar el modo de transmisión después de que se genere el informe de medición. No obstante, también se puede realizar en el orden opuesto, es decir, el informe de medición se genera después de que se determina el modo de transmisión. El modo de transmisión se puede, por ejemplo, señalar por la red al UE en un mensaje de concesión de enlace ascendente o un comando de programación. En tal caso, puede ser 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 RRC que permiten al UE determinar el modo de transmisión, y el modo de transmisión se determinará de este modo por el UE antes de la generación de un informe de medición. Aún en otra realización ejemplar, el informe de medición se genera, por ejemplo, por la capa RRC y se pone en cola por las capas inferiores, y las capas inferiores pueden determinar entonces el modo de transmisión justo antes de que se entregue el informe de medición.

En las realizaciones descritas anteriormente, la determinación del modo de transmisión se puede basar en uno o más criterios para determinar el modo de transmisión. Los criterios se enumeran a continuación. Para la realización cuando el UE determina el modo de transmisión de manera autónoma, es el UE de este modo el que hace uso de los criterios para determinar el modo de transmisión. Cuando es la red la que determina el modo de transmisión, la red usa correspondientemente 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 usados respectivamente por la red y el UE pueden diferir, debido a que la red y el UE pueden no tener acceso a la misma información. En la lista de criterios a continuación, cada criterio es aplicable tanto para el UE como para la red cuando no se exprese lo contrario.

Lista de criterios para determinar el modo de transmisión

Calidad de canal

La calidad de canal de los enlaces inalámbricos sobre los cuales el UE se conecta a la red se puede usar como criterio para determinar el modo de transmisión. El UE y/o la red pueden medir la calidad de canal o bien de un subconjunto o bien de todos los enlaces inalámbricos. Si la red está midiendo la calidad de canal, el UE puede recibir informes o indicaciones de la calidad de canal desde la red. El UE o la red pueden usar la calidad de canal para determinar el modo de transmisión, y aumentar por ello la probabilidad de que un informe de medición transmitido alcance la red. En una realización ejemplar, el UE puede determinar transmitir el informe de medición en el primer enlace inalámbrico si la calidad de canal del primer enlace inalámbrico es mejor que la calidad de canal del segundo enlace inalámbrico, y si la calidad de 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 como en el segundo enlace inalámbrico si la calidad de canal del primer enlace inalámbrico es similar a la calidad de canal del segundo enlace inalámbrico, y si la calidad de canal del primer y del segundo enlaces inalámbricos es igual o menor que el umbral de calidad. Se puede determinar que la calidad de canal sea similar, por ejemplo, cuando la diferencia de calidad de canal sea 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 acuse de recibo desde la red en cualquiera de los enlaces. Esto se puede determinar, por ejemplo, cuando el informe de medición a transmitir se categoriza como "importante", lo que se puede hacer dependiendo del tipo de informe de medición y la situación (véase, por ejemplo, a continuación en la lista de criterios bajo "Tipo de mensaje de señalización de enlace ascendente"). Un ejemplo de tal informe de medición "importante" es un informe de medición desencadenado por evento, que supuestamente desencadenará un traspaso debido a la escasa calidad de canal de ambos enlaces inalámbricos y, por lo tanto, es importante con respecto al rendimiento.

Carga

5 La carga en los enlaces inalámbricos sobre los cuales el UE está conectado a la red se puede usar 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 cuando se selecciona 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 señal recibida en la banda de frecuencia de enlace ascendente. Alternativamente, la carga se puede obtener comprobando el caudal o el tamaño de las colas de programación.

Capacidad del UE

10 La capacidad del UE se puede usar 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 puede determinar de este modo transmitir el informe de medición solamente en el primer enlace inalámbrico. Como ejemplo, este puede ser el caso cuando los dos enlaces corresponden a dos RAT diferentes, respectivamente, tal como una RAT compatible con LTE y una no compatible con LTE, y el UE es solamente capaz de LTE.

Resiliencia/redundancia/robustez

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

Requisito de servicio/QoS

20 Los requisitos de un servicio activo o la QoS del portador, que puede ser la única forma de que la RAN sea consciente de los requisitos de servicio, pueden gobernar la determinación del modo de transmisión. Por ejemplo, transmitir los mismos paquetes en ambos enlaces inalámbricos se puede elegir simultáneamente si se requiere robustez y/o baja latencia por el servicio y por lo tanto se deberían evitar retransmisiones. Otro ejemplo es transmitir diferentes paquetes en diferentes enlaces inalámbricos para aumentar el caudal. Esto puede aplicarse específicamente para el caso cuando se pueda señalar una QoS diferente para los portadores de señalización de diferentes UE.

Latencia

30 La latencia de los enlaces inalámbricos sobre los cuales se conecta el UE a la red se puede usar 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 al ping. Otro ejemplo de cómo obtener un valor de latencia para los enlaces es usar valores preconfigurados (por ejemplo, codificados por programa) de un orden de clasificación de latencia supuesto para diferentes enlaces en caso de que los dos enlaces usen RAT diferentes, respectivamente.

35 Tipo de mensaje de señalización de enlace ascendente.

40 El tipo del mensaje de señalización de enlace ascendente que ha de ser transmitido/recibido se puede usar como entrada para determinar el modo de transmisión. En un ejemplo, se determina que el modo de transmisión para un informe de medición sea para 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 que sea para transmitir en ambos enlaces inalámbricos. En general, la elección del modo de transmisión puede depender de la importancia o la 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.

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

Modo de transmisión del mensaje de señalización de enlace descendente correspondiente

50 En caso de que el mensaje de señalización de enlace ascendente sea una respuesta a un mensaje de enlace descendente, el modo de transmisión se puede determinar en base al modo de transmisión usado para el enlace descendente. Por ejemplo, el mensaje de enlace ascendente se puede transmitir en el mismo enlace o enlaces inalámbricos que en el que se recibió el mensaje de enlace descendente. Alternativamente, el UE se puede configurar para transmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente en cierto enlace distinto del 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 ha de transmitir un mensaje de señalización de enlace descendente, y configurar el UE con el modo de transmisión implícitamente transmitiendo el mensaje de señalización de enlace descendente en un enlace inalámbrico dado.

Acuse de recibo de mensaje de señalización de enlace ascendente

- 5 Otra realización alternativa es para determinar el modo de transmisión en base a si el mensaje de señalización de enlace ascendente se reconoce o responde por el receptor en la red según el protocolo de señalización especificado. Por ejemplo, el UE puede transmitir un mensaje de señalización de enlace ascendente a ser reconocido en un enlace inalámbrico, mientras que un mensaje de señalización de enlace ascendente para el cual no se espera acuse de recibo se transmite en ambos enlaces inalámbricos.

10 Agregación de portadoras (CA)

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

Calidad de enlace de retroceso

La calidad del enlace de retroceso del eNB-s2 al eNB-a1 de 5G y la calidad del enlace de retroceso del eNB-s1 al eNB-a1 de LTE se pueden usar como criterios para determinar el modo de transmisión. El principio es que el enlace de retroceso con la mejor calidad se prioriza sobre el enlace de retroceso con la menor calidad. El eNB-a1 puede medir los enlaces a los diferentes eNB-s1 y eNB-s2, y el UE puede ser informado acerca de la calidad del enlace de retroceso de un enlace en particular, por ejemplo, a través de difusión o señalización dedicada.

Movilidad/velocidad del UE

La movilidad o la velocidad del UE se pueden usar como criterios para determinar el modo de transmisión. Si el UE está moviéndose rápido, por ejemplo, cuando se mide que la velocidad del UE está 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, un enlace LTE puede ser preferido en el caso cuando se despliega LTE en una banda de frecuencia más baja que la banda de frecuencia del enlace 5G.

QoS

30 La QoS acordada o esperada en los diferentes enlaces se puede usar como criterio para determinar el modo de transmisión. Los diferentes enlaces se pueden asociar con diferentes QoS a través de señalización explícita. Alternativamente, la QoS se puede medir para los diferentes enlaces.

Regla predeterminada

35 Una regla predeterminada, tal como una regla rotativa equilibrada, se puede usar 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.

Selección aleatoria

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

Realizaciones de métodos descritos con referencia a las Figuras 18a-e y 19

45 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 sobre al menos un primer y un segundo enlace inalámbrico. El dispositivo inalámbrico puede ser cualquier tipo 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 como en el segundo enlaces inalámbricos. Las ventajas de los diferentes modos de transmisión se describen además en la sección "Modos de transmisión" anterior. En 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 según el modo de transmisión determinado.

En la sección "Determinar los modos de transmisión" anterior, se describen diferentes realizaciones relacionadas con cómo se puede hacer la determinación. La determinación se puede realizar, por ejemplo, de manera autónoma por el dispositivo inalámbrico, se puede realizar únicamente por la red que entonces configura el dispositivo inalámbrico para transmitir en consecuencia, o puede ser una determinación combinada tanto por la red como por el dispositivo inalámbrico. La red puede tener 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 al dispositivo determinar el modo de transmisión en base a algunos criterios. La red puede enviar, por ejemplo, una indicación de dos modos de transmisión al dispositivo inalámbrico, y el dispositivo inalámbrico entonces puede 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, indicando al menos uno de los modos de transmisión alternativos. Aunque el primer elemento de red está implicado 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 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 de canal medida por el dispositivo inalámbrico.

- 1820: Transmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente según 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 de 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 transmitir, por ejemplo, dos modos de transmisión alternativos, así como valores de carga para los dos enlaces, y el dispositivo inalámbrico puede determinar entonces 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 desde el primer elemento de red, indicando al menos uno de los modos de transmisión alternativos.

- 1805: Recibir criterios para determinar el modo de transmisión a partir 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 se puede basar 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 según el modo de transmisión determinado.

Como se describe en la sección "Modos de transmisión" anterior, determinar el modo de transmisión también puede comprender determinar en qué enlace retransmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente. La Figura 18d es un diagrama de flujo que ilustra una realización tal del método en el dispositivo inalámbrico que se puede combinar con cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente. En esta realización, la determinación 1810 del modo de transmisión puede comprender:

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

- 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 del primer y del segundo enlaces inalámbricos.

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

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:

- 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 un acuse de recibo para el mensaje de señalización de enlace ascendente transmitido en el primer enlace inalámbrico.

5 Además, el método puede comprender la transmisión 1820 del mensaje de señalización de enlace ascendente según el modo de transmisión determinado, es decir, la primera transmisión en un enlace y la retransmisión en el otro enlace si no se recibe un acuse de recibo para la primera transmisión.

En cualquiera de las realizaciones del método en el dispositivo inalámbrico 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:

- 10
 - una calidad de canal de al menos uno del primer y del segundo enlaces inalámbricos;
 - una carga en al menos uno del primer y del segundo enlaces inalámbricos;
 - una capacidad del dispositivo inalámbrico de usar al menos uno del primer y del segundo enlaces inalámbricos;
 - una calidad de servicio de un portador asociado con el mensaje de señalización de enlace ascendente;
 - una latencia de al menos uno del primer y del segundo enlaces inalámbricos;
- 15
 - un tipo de mensaje de señalización de enlace ascendente;
 - un modo de transmisión de un mensaje de señalización de enlace descendente para el cual el mensaje de señalización de enlace ascendente es una respuesta;
 - si el mensaje de señalización de enlace ascendente se reconoce o no;
 - uso de agregación de portadoras en al menos uno del primer y del segundo enlaces inalámbricos;
- 20
 - una velocidad del dispositivo inalámbrico;
 - una calidad de servicio asociada con al menos uno del primer y del segundo enlaces inalámbricos;
 - una regla predeterminada para determinar el modo de transmisión;
 - una selección aleatoria de al menos uno del primer y del segundo enlaces inalámbricos.

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

30 En una realización, se obtiene la calidad de canal de tanto el primer como el segundo enlaces inalámbricos. La determinación 1810 del modo de transmisión en base a la calidad de canal obtenida puede comprender entonces determinar transmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente en el enlace inalámbrico con la calidad de canal más alta obtenida, cuando la calidad de canal más alta obtenida es igual o está por encima de un valor umbral. Por otra parte, cuando la calidad de canal más alta obtenida 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 como en el segundo enlaces inalámbricos.

35 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 se conecta a un primer elemento de red sobre al menos un primer y un segundo enlace inalámbrico. El método se realiza en el primer elemento de red y comprende:

40 - 1910: 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 como en el segundo enlaces inalámbricos. La determinación de al menos un modo de transmisión se basa en criterios para determinar el modo de transmisión.

45 - 1920: Transmitir información al dispositivo inalámbrico permitiendo al dispositivo inalámbrico determinar el modo de transmisión para transmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente, la información que comprende una indicación del al menos un modo de transmisión determinado. La información transmitida puede comprender además los criterios para determinar el modo de transmisión.

El método también puede comprender en realizaciones recibir el mensaje de señalización de enlace ascendente desde el dispositivo inalámbrico según 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:

- una calidad de canal de al menos uno del primer y del segundo enlaces inalámbricos;
- 5 • una carga en al menos uno del primer y del segundo enlaces inalámbricos;
- una capacidad de dispositivo inalámbrico de usar al menos uno del primer y del segundo enlaces inalámbricos;
- una calidad de servicio de un portador asociado con el mensaje de señalización de enlace ascendente;
- una latencia de al menos uno del primer y del segundo enlaces inalámbricos;
- un tipo de mensaje de señalización de enlace ascendente;
- 10 • un modo de transmisión de un mensaje de señalización de enlace descendente para el cual el mensaje de señalización de enlace ascendente es una respuesta;
- si se reconoce o no el mensaje de señalización de enlace ascendente;
- uso de agregación de portadoras en al menos uno del primer y del segundo enlaces inalámbricos;
- una velocidad del dispositivo inalámbrico;
- 15 • una calidad de servicio asociada con al menos uno del primer y del segundo enlaces inalámbricos;
- una regla predeterminada para determinar el modo de transmisión;
- una selección aleatoria de al menos uno del primer y del segundo enlaces inalámbricos.

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

25 La división de funcionalidad descrita, por ejemplo, con referencia a la Figura 13 anterior también se puede aplicar en realizaciones. En tal realización, las funciones de red que sirven al dispositivo inalámbrico sobre el 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 sobre el 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 a eNB-s2. Como se ha descrito anteriormente, las funciones de red del primer elemento de red pueden ser funciones de red asíncronas, y las funciones de red del segundo y del tercer elementos de red pueden ser funciones de red sincronas. Las funciones de red sincronas del segundo elemento de red pueden tener requisitos de temporización de procesamiento que son estrictamente dependientes de la temporización del primer enlace inalámbrico. Las funciones de red sincronas del tercer elemento de red pueden tener requisitos de temporización de procesamiento que son estrictamente dependientes de la temporización del segundo enlace inalámbrico. Además, las funciones de red asíncronas pueden tener requisitos de temporización de procesamiento que no dependen estrictamente de la temporización de cualquiera del primer y del segundo enlaces inalámbricos.

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

Dispositivo inalámbrico

40 Una realización de un dispositivo inalámbrico 2050 se ilustra esquemáticamente en el diagrama de bloques en 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 de red 2000 sobre al menos un primer y un segundo enlace inalámbrico. El dispositivo inalámbrico 2050 está configurado además 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 como en el segundo enlaces inalámbricos. El dispositivo inalámbrico 2050 también está configurado para transmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente según el modo de transmisión determinado.

En realizaciones, el dispositivo inalámbrico 2050 se puede configurar además para recibir información del primer elemento de red 2000, indicando 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 se puede configurar para

determinar el modo de transmisión en base a criterios para determinar el modo de transmisión. Como otra opción, el dispositivo inalámbrico 2050 se puede configurar para recibir los criterios para determinar el modo de transmisión del primer elemento de red 2000.

5 En otras realizaciones, el dispositivo inalámbrico 2050 se puede configurar para determinar el modo de transmisión estando configurado para obtener la calidad de canal de al menos uno del primer y del segundo enlaces inalámbricos, y determinar el modo de transmisión en base a la calidad de canal obtenida. La obtención puede comprender al menos uno de medir la calidad de canal y recibir la calidad de canal del primer elemento de red 2000. En realizaciones, el dispositivo inalámbrico 2050 se puede configurar además para obtener la calidad de canal tanto del primer como del segundo enlaces inalámbricos, y para determinar el modo de transmisión en base a la calidad de canal obtenida estando configurado para determinar transmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente en el enlace inalámbrico con la calidad de canal más alta obtenida, cuando la calidad de canal más alta obtenida es igual o está por encima de un valor umbral. Cuando la calidad de canal más alta obtenida está por debajo del valor umbral, el dispositivo inalámbrico 2050 se puede configurar además para determinar el modo de transmisión en base a la calidad de canal obtenida estando configurado para determinar transmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente tanto en el primer como en el segundo enlaces inalámbricos.

15 En realizaciones, el dispositivo inalámbrico 2050 se puede configurar además para determinar el modo de transmisión estando configurado para determinar transmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente tanto en el primer como en el segundo enlaces inalámbricos, y 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 del primer y del segundo enlaces inalámbricos.

20 Como alternativa, el dispositivo inalámbrico 2050 se puede configurar además para determinar el modo de transmisión estando configurado para determinar 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.

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

30 La división de funcionalidad descrita, por ejemplo, con referencia a la Figura 13 anterior también se puede aplicar en realizaciones. En tal realización, las funciones de red que sirven al dispositivo inalámbrico sobre el primer enlace inalámbrico se dividen entre el primer elemento de red y el segundo elemento de red. Las funciones de red que sirven al dispositivo inalámbrico sobre el 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 ha descrito anteriormente, las funciones de red del primer elemento de red pueden ser funciones de red asíncronas, y las funciones de red del segundo y del tercer elementos de red pueden ser funciones de red síncronas. Las funciones de red síncronas del segundo elemento de red pueden tener requisitos de temporización de procesamiento que son estrictamente dependientes de la temporización del primer enlace inalámbrico. Las funciones de red síncronas del tercer elemento de red pueden tener requisitos de temporización de procesamiento que son estrictamente dependientes de la temporización del segundo enlace inalámbrico. Además, las funciones de red asíncronas pueden tener requisitos de temporización de procesamiento no estrictamente dependientes de la temporización de cualquiera del primer y del segundo enlaces inalámbricos.

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

45 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 sobre el primer enlace inalámbrico se dividen entre el primer elemento de red 2000 y un segundo elemento de red 2020. Las funciones de red que sirven al dispositivo inalámbrico 2050 sobre el segundo enlace inalámbrico se dividen entre el primer elemento de red 2000 y un tercer elemento de red 2030. Además, la Figura 20b ilustra que el primer, segundo y tercer elementos de red, 2000, 2020, 2030, pueden ser parte de un nodo de red físico 2040. No obstante, es posible cualquier otro despliegue físico o agrupación de los

elementos de red. Por ejemplo, pueden ser todos nodos físicos separados, o el segundo y el tercer elemento de red pueden ser parte del mismo nodo de red físico aunque separado del primer elemento de red.

5 En una forma alternativa para describir la realización en la Figura 20a mostrada en la Figura 20c, el dispositivo inalámbrico 2050 puede comprender un módulo de determinación 2055 adaptado 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 como en el segundo enlaces inalámbricos. El dispositivo inalámbrico 2050 también puede comprender un módulo de transmisión 2056 adaptado para transmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente según el modo de transmisión determinado.

10 En realizaciones, el dispositivo inalámbrico 2050 también puede comprender un módulo de recepción adaptado para recibir información del primer elemento de red 2000, indicando al menos uno de los modos de transmisión alternativos. El módulo de determinación 2055 se puede adaptar para determinar el modo de transmisión en base a la información recibida. En una realización adicional, el módulo de determinación 2055 se puede adaptar para determinar el modo de transmisión en base a los criterios para determinar el modo de transmisión. Como otra opción, el módulo de recepción se puede adaptar para recibir los criterios para determinar el modo de transmisión del primer elemento de red 2000.

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

30 En realizaciones, el módulo de determinación 2055 se puede adaptar para determinar el modo de transmisión determinando transmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente tanto en el primer como en el segundo enlaces inalámbricos, 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 del primer y del segundo enlaces inalámbricos.

35 Como alternativa, el módulo de determinación 2055 se puede adaptar para determinar el modo de transmisión determinando transmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente en el primer enlace inalámbrico, y determinando 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.

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

Los módulos descritos anteriormente son unidades funcionales que se pueden implementar en hardware, software, microprograma o cualquier combinación de los mismos. En una realización, los módulos se implementan como un programa de ordenador que se ejecuta en un procesador.

45 Aún en otra forma alternativa para describir la realización en la Figura 20a, el dispositivo inalámbrico 2050 puede comprender una Unidad Central de Procesamiento (CPU) que puede ser una única unidad o una pluralidad de unidades. Además, el dispositivo inalámbrico 2050 puede comprender al menos un producto de programa de ordenador (CPP) con un medio legible por ordenador en forma de una memoria no volátil, por ejemplo, una EEPROM (Memoria de Sólo Lectura Programable y Borrable Eléctricamente), una memoria rápida o una unidad de disco. El CPP puede comprender un programa de ordenador 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 de procesamiento 2051 del dispositivo inalámbrico 2050 en la Figura 20a.

55 Elemento de red

Una realización de un primer elemento de red 2000 se ilustra esquemáticamente en el diagrama de bloques en la Figura 20a. El primer elemento de red 2000 se configura para permitir que el dispositivo inalámbrico 2050 transmita un mensaje de señalización de enlace ascendente en una red de comunicación inalámbrica. El primer elemento de

red 2000 puede estar comprendido, en realizaciones, en un eNodeB de una red LTE. El dispositivo inalámbrico 2050 se puede conectar con el primer elemento de red 2000 sobre al menos un primer y un segundo enlace inalámbrico. El primer elemento de red 2000 está configurado además 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 como en el segundo enlaces inalámbricos. La determinación se basa en criterios para determinar el modo de transmisión. El primer elemento de red 2000 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 de red 2000 se puede configurar, en realizaciones, para transmitir información al dispositivo inalámbrico 2050, que comprende además criterios para determinar el modo de transmisión.

Además, el primer elemento de red 2000 se puede configurar, en realizaciones, para recibir el mensaje de señalización de enlace ascendente desde el dispositivo inalámbrico 2050 según 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, el primer y el segundo enlaces inalámbricos pueden estar asociados ambos con una RAT, o cada uno asociado con diferentes RAT respectivas.

La división de funcionalidad descrita, por ejemplo, con referencia a la Figura 13 anterior también se puede aplicar en realizaciones. En tal realización, las funciones de red que sirven al dispositivo inalámbrico sobre el 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 sobre el 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 ha descrito anteriormente, las funciones de red del primer elemento de red pueden ser funciones de red asíncronas, y las funciones de red del segundo y del tercer elementos de red pueden ser funciones de red síncronas. Las funciones de red síncronas del segundo elemento de red pueden tener requisitos de temporización de procesamiento que son estrictamente dependientes de la temporización del primer enlace inalámbrico. Las funciones de red síncronas del tercer elemento de red pueden tener requisitos de temporización de procesamiento que son estrictamente dependientes de la temporización del segundo enlace inalámbrico. Además, las funciones de red asíncronas pueden tener requisitos de temporización de procesamiento no estrictamente dependientes de la temporización de cualquiera del primer o del segundo enlaces inalámbricos.

Como se ilustra en la Figura 20a, el primer elemento de red 2000 puede comprender un circuito de procesamiento 2001 y una memoria 2002 en realizaciones de la invención. El primer elemento de red 2000 también puede comprender un circuito de interfaz de comunicación 2003 configurado para comunicarse con el dispositivo inalámbrico 2050 sobre el primer y el segundo enlaces inalámbricos. El circuito de interfaz de comunicación 2003 puede comprender, en realizaciones, un transceptor adaptado para comunicarse de manera inalámbrica con el dispositivo inalámbrico 2050. La memoria 2002 puede contener instrucciones ejecutables por dicho circuito de procesamiento 2001, por lo que el primer elemento de red 2000 puede ser operativo 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 como en el segundo enlaces inalámbricos. La determinación se basa en criterios para determinar el modo de transmisión.

El primer elemento de red 2000 también puede ser operativo 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.

En una forma alternativa para describir el primer elemento de red, ilustrado en la Figura 20c, el primer elemento de red 2000 puede comprender un módulo de determinación 2005 adaptado 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 como en el segundo enlaces inalámbricos. La determinación se basa en criterios para determinar el modo de transmisión. El primer elemento de red 2000 también puede comprender un módulo de transmisión 2006 adaptado 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 de al menos un modo de transmisión determinado.

En realizaciones, el módulo de transmisión 2006 se puede adaptar para transmitir información al dispositivo inalámbrico 2050, que comprende además criterios para determinar el modo de transmisión. En cualquiera de las

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

5 Los módulos descritos anteriormente son unidades funcionales que se pueden implementar en hardware, software, microprograma o cualquier combinación de los mismos. En una realización, los módulos se implementan como un programa de ordenador que se ejecuta en un procesador.

10 Aún en otra forma alternativa para describir la realización en la Figura 20a, el primer elemento de red 2000 puede comprender una Unidad de Procesamiento Central (CPU) que puede ser una única unidad o una pluralidad de unidades. Además, el primer elemento de red 2000 puede comprender al menos un producto de programa de ordenador (CPP) con un medio legible por ordenador en forma de una memoria no volátil, por ejemplo, una EEPROM (Memoria de Sólo Lectura Programable y Borrable Eléctricamente), una memoria rápida o una unidad de disco. El CPP puede comprender un programa de ordenador almacenado en el medio legible por ordenador, que comprende medios de código que, cuando se ejecutan en la CPU del primer elemento de red 2000, hacen que el primer elemento de red 2000 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 de procesamiento 2001 del primer elemento de red 2000 en la Figura 20a.

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

20

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para transmitir un mensaje de señalización de enlace ascendente en una red de comunicación inalámbrica, el método que se realiza en un dispositivo inalámbrico (2050), en donde el dispositivo inalámbrico (2050) está conectado a un primer elemento de red (2000) sobre al menos un primer y un segundo enlace inalámbrico, el método que comprende:
- determinar (1810) un modo de transmisión entre modos de transmisión alternativos para transmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente en base a criterios para determinar el modo de transmisión relacionado con un tipo de mensaje de señalización de enlace ascendente, los modos de transmisión alternativos que comprenden: transmitir en el primer enlace inalámbrico; transmitir en el segundo enlace inalámbrico; y transmitir tanto en el primer como en el segundo enlaces inalámbricos; y
 - transmitir (1820) el mensaje de señalización de enlace ascendente según el modo de transmisión determinado.
- 10 2. El método según la reivindicación 1, que comprende además:
- recibir (1800) información del primer elemento de red (2000), que indica al menos uno de los modos de transmisión alternativos, y
 - determinar (1810) el modo de transmisión en base a la información recibida.
- 15 3. El método según la reivindicación 1 o 2, que comprende además:
- recibir (1805) los criterios para determinar el modo de transmisión desde el primer elemento de red (2000).
- 20 4. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, donde determinar (1810) el modo de transmisión comprende:
- obtener la calidad de canal de al menos uno del primer y del segundo enlaces inalámbricos, en donde la obtención comprende al menos uno de medir la calidad de canal y recibir la calidad de canal desde el primer elemento de red (2000), y
 - determinar el modo de transmisión en base a la calidad de canal obtenida.
- 25 5. El método según la reivindicación 4, en donde se obtiene la calidad de canal tanto del primer como del segundo enlaces inalámbricos, y en donde determinar (1810) el modo de transmisión en base a la calidad de canal obtenida comprende:
- determinar transmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente en el enlace inalámbrico con la calidad de canal más alta obtenida, cuando la calidad de canal más alta obtenida es igual o está por encima de un valor umbral, y
 - determinar transmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente tanto en el primer como en el segundo enlaces inalámbricos cuando la calidad de canal más alta obtenida está por debajo del valor umbral.
- 30 6. El método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde determinar (1810) el modo de transmisión comprende:
- determinar (1811) transmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente tanto en el primer como en el segundo enlaces inalámbricos, y determinar (1812) 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 del primer y del segundo enlaces inalámbricos,
- 35 o
- determinar (1815) transmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente en el primer enlace inalámbrico, y determinar (1816) 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.
- 40 7. Un método para permitir que un dispositivo inalámbrico (2050) transmita un mensaje de señalización de enlace ascendente en una red de comunicación inalámbrica, en donde el dispositivo inalámbrico (2050) se conecta a un primer elemento de red (2000) sobre al menos un primer y un segundo enlace inalámbrico, el método que se realiza en el primer elemento de red (2000), el método que comprende:
- determinar (1910) 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 que comprenden: transmitir en el primer enlace inalámbrico; transmitir en el segundo enlace inalámbrico; y transmitir tanto en el primer como en
- 45

el segundo enlaces inalámbricos, en donde la determinación (1910) se basa en criterios para determinar el modo de transmisión, y

- transmitir (1920) 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 que comprende una indicación del al menos un modo de transmisión determinado y los criterios para determinar el modo de transmisión relacionado con un tipo de mensaje de señalización de enlace ascendente.

8. Un dispositivo inalámbrico (2050) configurado para transmitir un mensaje de señalización de enlace ascendente en una red de comunicación inalámbrica, el dispositivo inalámbrico (2050) que se puede conectar a un primer elemento de red (2000) sobre al menos un primer y un segundo enlace inalámbrico, el dispositivo inalámbrico (2050) que está configurado para:

- determinar un modo de transmisión entre los modos de transmisión alternativos para transmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente en base a criterios para determinar el modo de transmisión relacionado con un tipo de mensaje de señalización de enlace ascendente, los modos de transmisión alternativos que comprenden: transmitir en el primer enlace inalámbrico; transmitir en el segundo enlace inalámbrico; y transmitir tanto en el primer como en el segundo enlaces inalámbricos; y

- transmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente según el modo de transmisión determinado.

9. El dispositivo inalámbrico (2050) según la reivindicación 8, configurado además para:

- recibir información del primer elemento de red (2000), indicando al menos uno de los modos de transmisión alternativos, y

- determinar el modo de transmisión en base a la información recibida.

10. El dispositivo inalámbrico (2050) según la reivindicación 8 o 9, configurado además para recibir los criterios para determinar el modo de transmisión a partir del primer elemento de red (2000).

11. El dispositivo inalámbrico (2050) según cualquiera de las reivindicaciones 8-10, configurado además para determinar el modo de transmisión estando configurado para:

- obtener la calidad de canal de al menos uno del primer y del segundo enlaces inalámbricos, en donde la obtención comprende al menos uno de medir la calidad de canal y recibir la calidad de canal desde el primer elemento de red (2000), y

- determinar el modo de transmisión en base a la calidad de canal obtenida.

12. El dispositivo inalámbrico (2050) según la reivindicación 11, configurado además para obtener la calidad de canal de tanto el primer como del segundo enlaces inalámbricos, y para determinar el modo de transmisión en base a la calidad de canal obtenida estando configurado para:

- determinar transmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente en el enlace inalámbrico con la calidad de canal más alta obtenida, cuando la calidad de canal más alta obtenida es igual o está por encima de un valor umbral, y

- determinar transmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente tanto en el primer como en el segundo enlaces inalámbricos cuando la calidad de canal más alta obtenida está por debajo del valor umbral.

13. El dispositivo inalámbrico (2050) según cualquiera de las reivindicaciones 8-12, configurado además para determinar el modo de transmisión estando configurado para:

- determinar transmitir el mensaje de señalización de enlace ascendente tanto en el primer como en el segundo enlaces inalámbricos, y 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 del primer y del segundo enlaces inalámbricos;

o

- determinar 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.

14. El dispositivo inalámbrico (2050) según cualquiera de las reivindicaciones 8-13, en donde el primer y el segundo enlaces inalámbricos están asociados ambos con una tecnología de acceso de radio, o cada uno asociado con diferentes tecnologías de acceso de radio.

15. Un primer elemento de red (2000) configurado para permitir que un dispositivo inalámbrico (2050) transmita un mensaje de señalización de enlace ascendente en una red de comunicación inalámbrica, en donde el dispositivo inalámbrico (2050) se puede conectar al primer elemento de red (2000) sobre al menos un primer y un segundo enlace inalámbrico, el primer elemento de red (2000) que está configurado además para:
- 5 - 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 que comprenden: transmitir en el primer enlace inalámbrico; transmitir en el segundo enlace inalámbrico; y transmitir tanto en el primer como en el segundo enlaces inalámbricos, en donde la determinación se basa en criterios para determinar el modo de transmisión, y
- 10 - 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 que comprende una indicación del al menos un modo de transmisión determinado y criterios para determinar el modo de transmisión relacionado con un tipo de mensaje de señalización de enlace ascendente.
- 15 16. El primer elemento de red (2000) según la reivindicación 15, en donde el primer y el segundo enlaces inalámbricos están asociados ambos con una tecnología de acceso de radio, o cada uno asociado con diferentes tecnologías de acceso de radio.
- 20 17. El primer elemento de red (2000) según cualquiera de las reivindicaciones 15-16, en donde las funciones de red que sirven al dispositivo inalámbrico (2050) sobre el primer enlace inalámbrico se dividen entre el primer elemento de red (2000) y un segundo elemento de red (2020), y las funciones de red que sirven al dispositivo inalámbrico (2050) sobre el segundo enlace inalámbrico se dividen entre el primer elemento de red (2000) y un tercer elemento de red (2030).
- 25 18. El primer elemento de red (2000) según la reivindicación 17, en donde las funciones de red del primer elemento de red (2000) son funciones de red asíncronas, y las funciones de red del segundo y tercer elemento de red (2020, 2030) son funciones de red síncronas, las funciones de red síncronas del segundo elemento de red (2020) que tiene requisitos de temporización de procesamiento que son estrictamente dependientes de la temporización del primer enlace inalámbrico, las funciones de red síncronas del tercer elemento de red (2030) que tienen requisitos de temporización de procesamiento que son estrictamente dependientes de la temporización del segundo enlace inalámbrico, y dichas funciones de red asíncronas que tienen requisitos de temporización de procesamiento no estrictamente dependientes de la temporización de cualquiera del primer o segundo enlaces inalámbricos.
- 30 19. Un programa de ordenador 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 el reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones 1-6.
- 35 20. Un programa de ordenador que comprende un código legible por ordenador que cuando se ejecuta en un elemento de red (2000) hace que el elemento de red (2000) realice un método como el reivindicado en la reivindicación 7.
21. Un producto de programa de ordenador que comprende un medio legible por ordenador y un programa de ordenador según cualquiera de las reivindicaciones 19-20, en donde el programa de ordenador se almacena en el medio legible por ordenador.

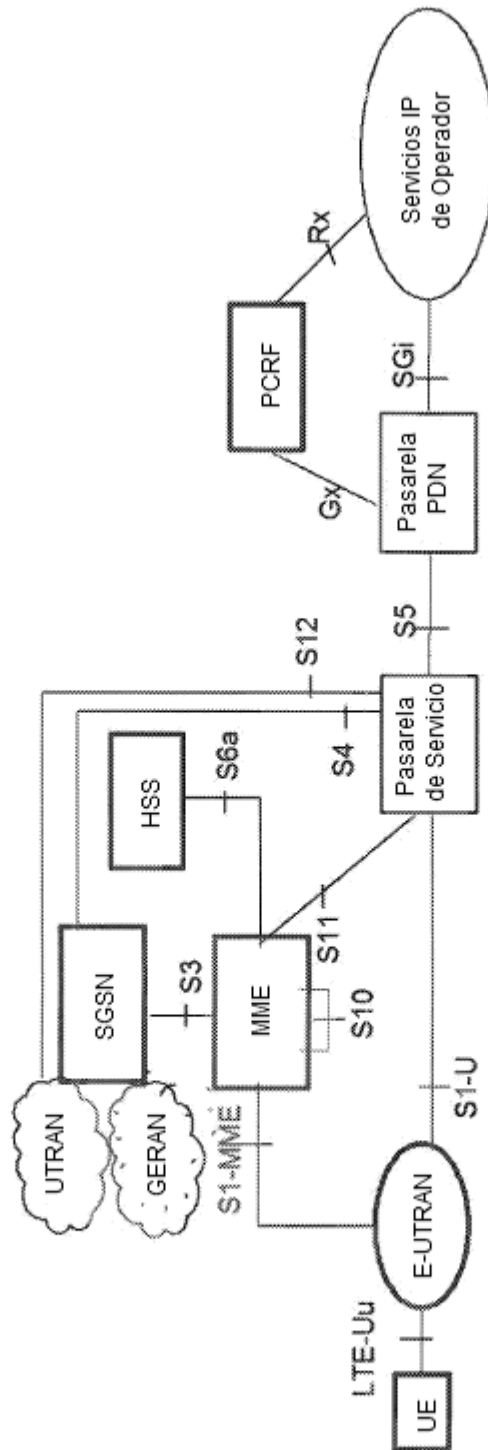


Fig. 1

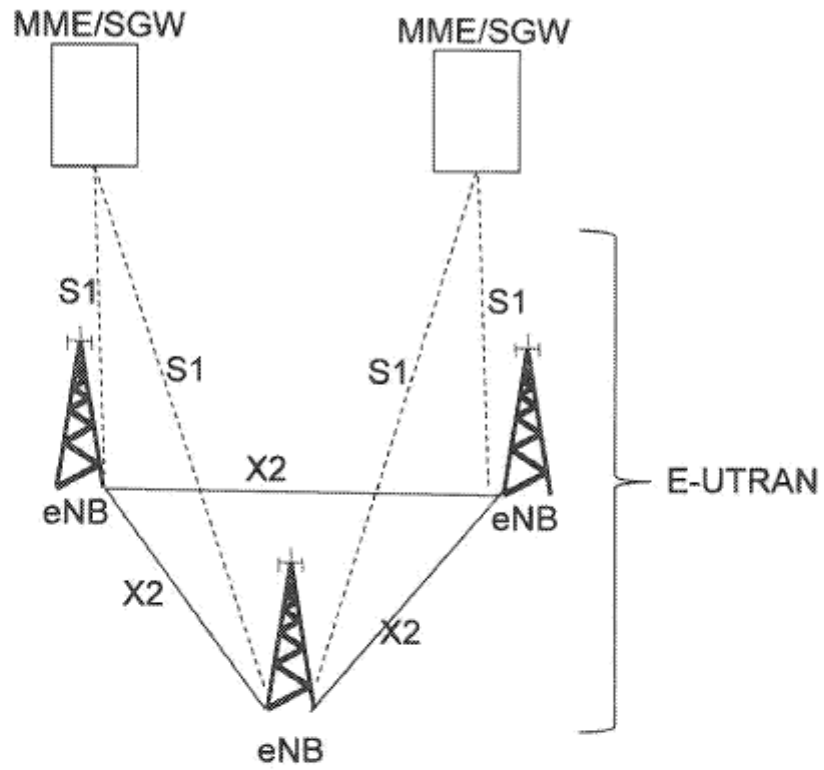


Fig. 2

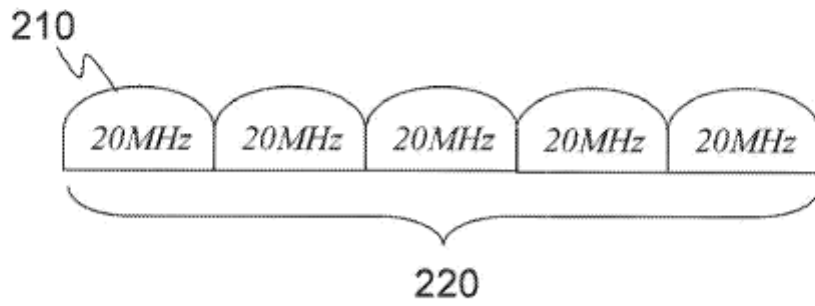


Fig. 9

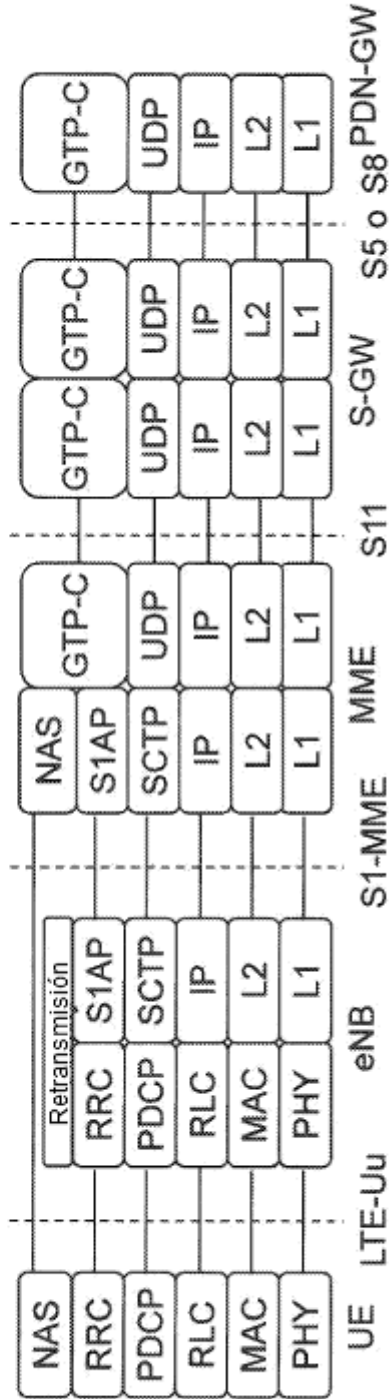


Fig. 3

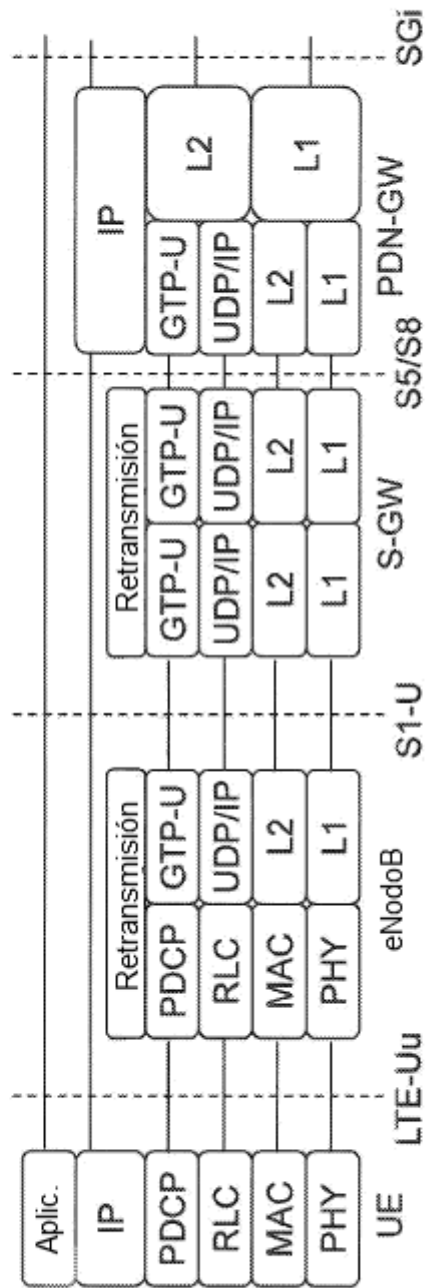


Fig. 4

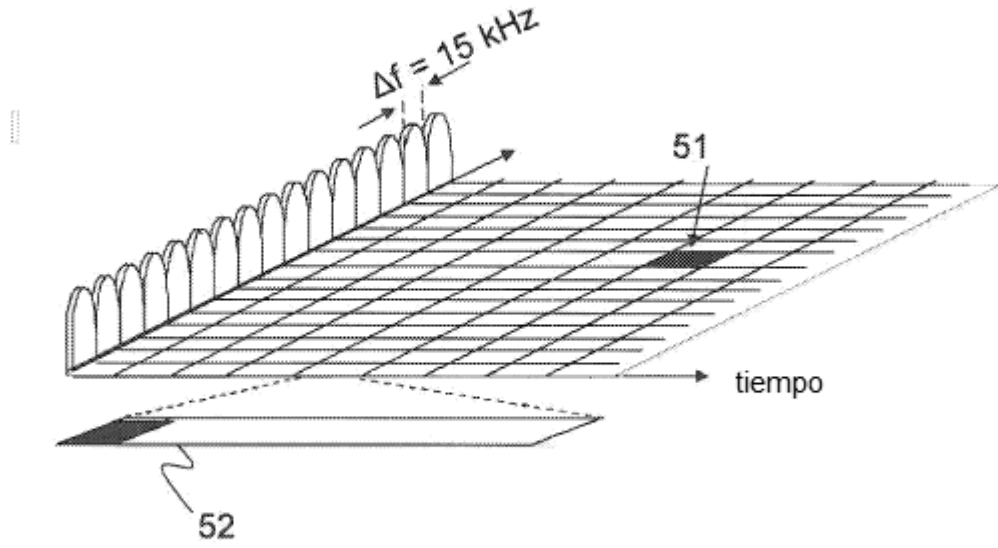


Fig. 5

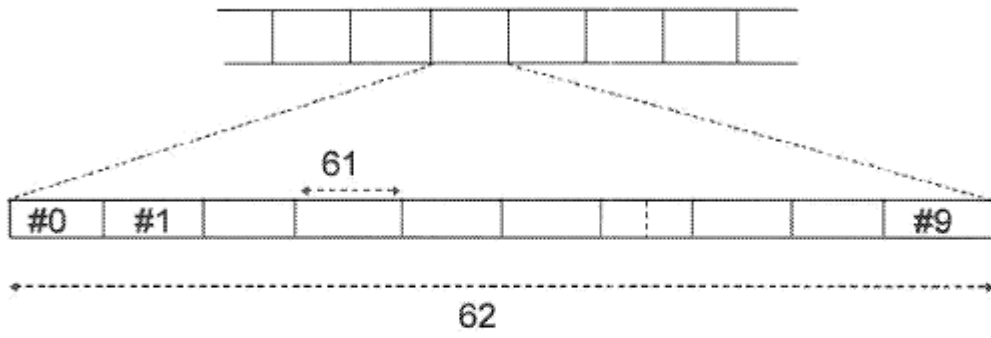


Fig. 6

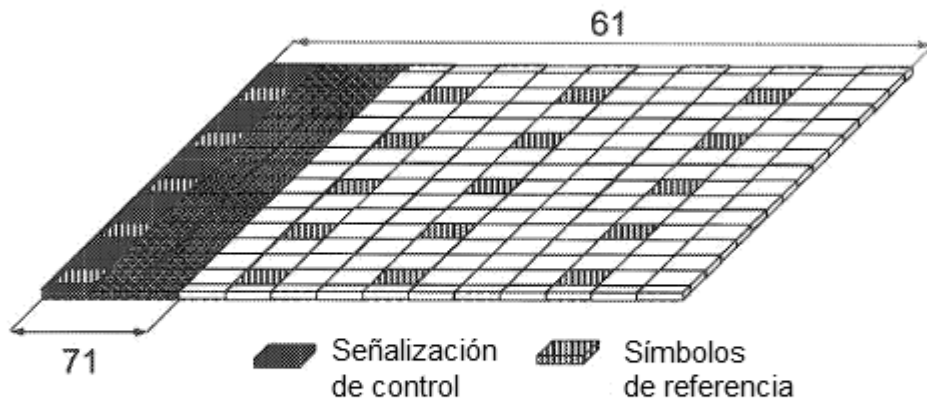


Fig. 7

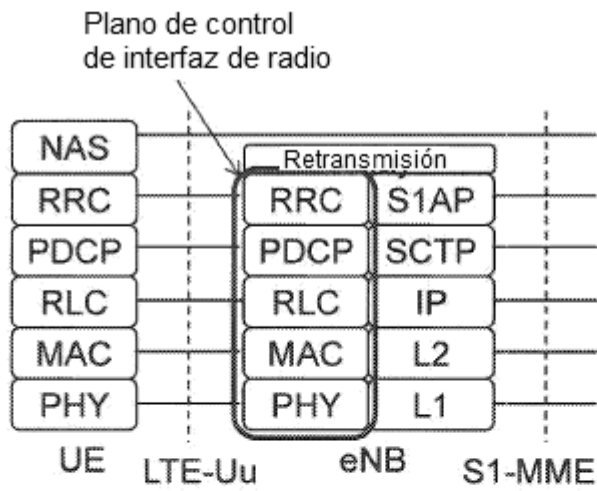


Fig. 8a

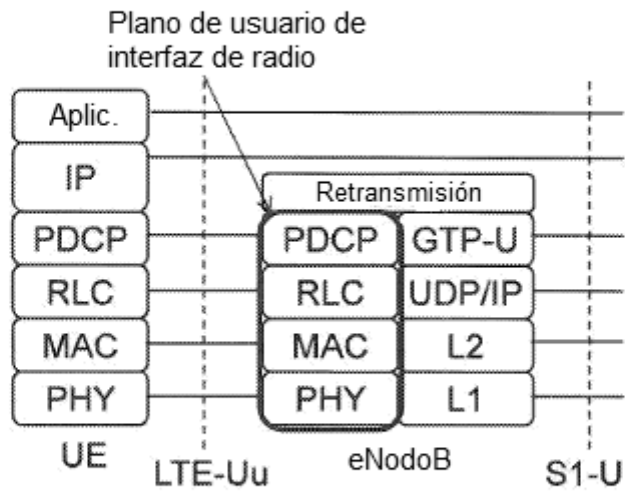


Fig. 8b

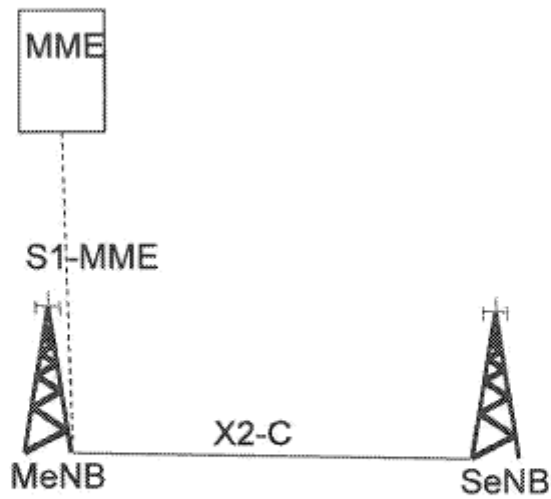


Fig. 11

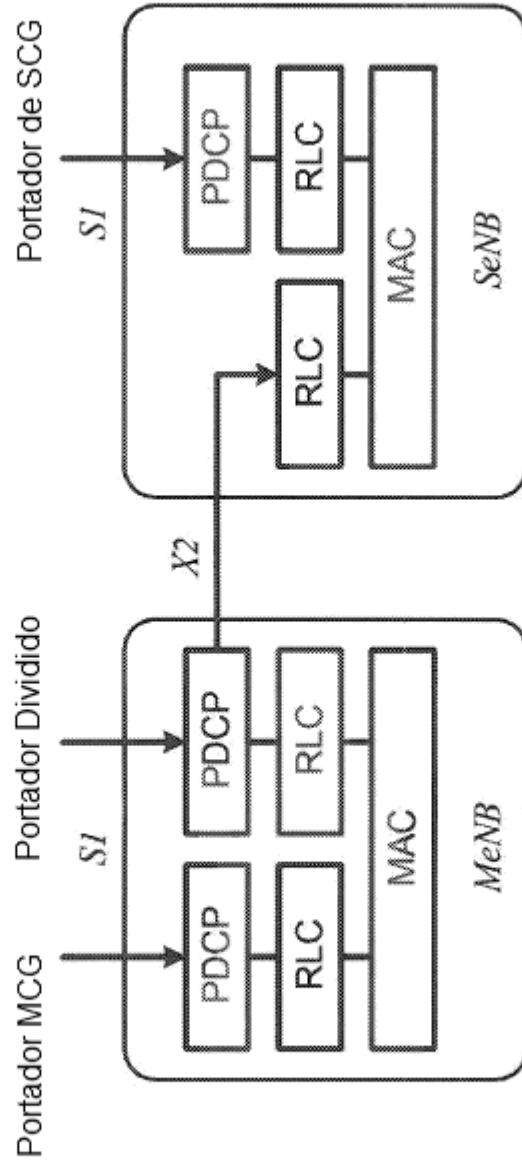


Fig. 10

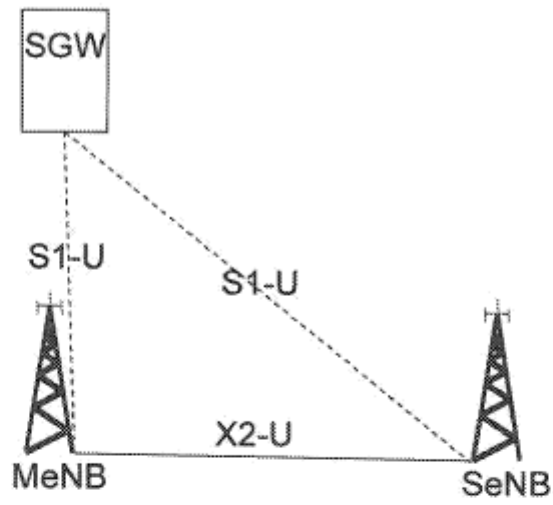


Fig. 12

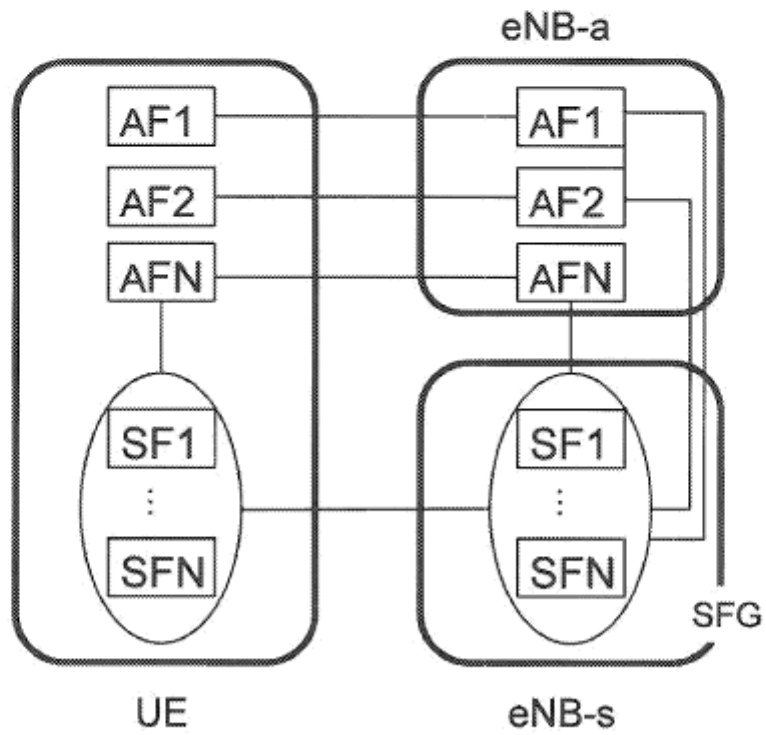


Fig. 13

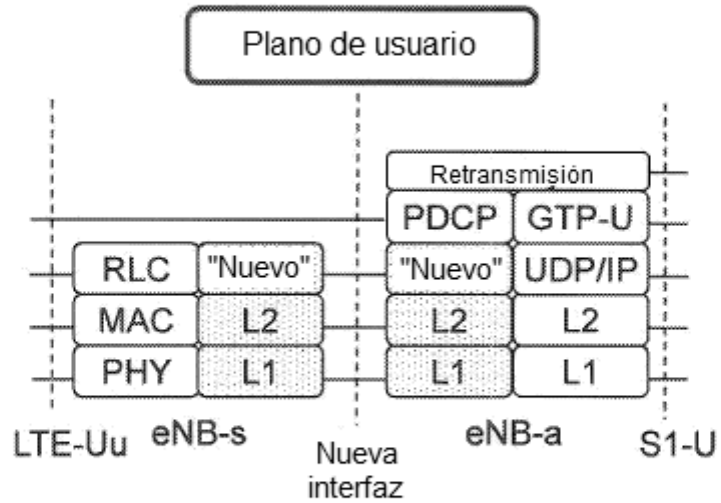


Fig. 14a

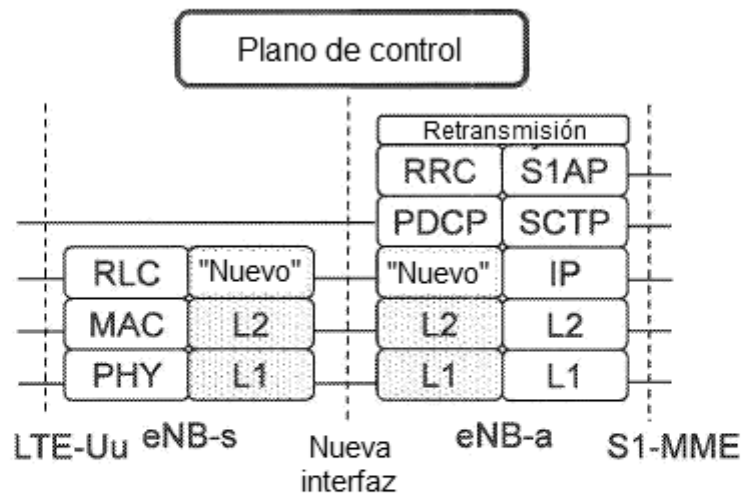


Fig. 14b

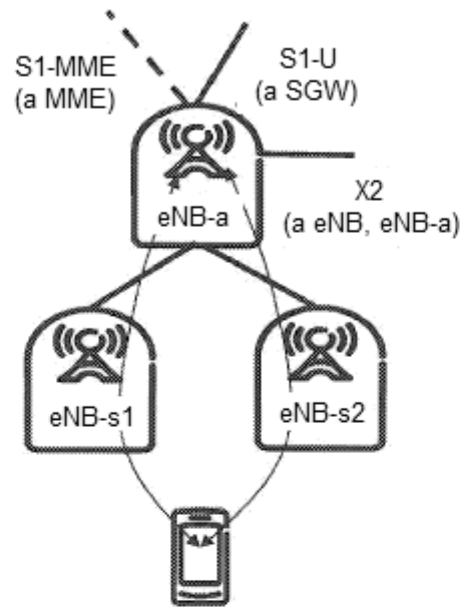


Fig. 15

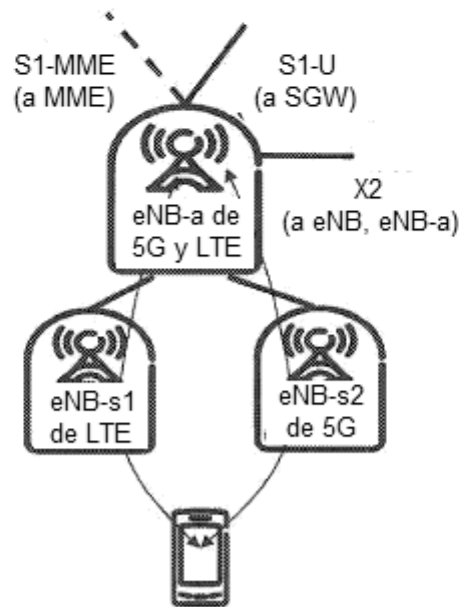


Fig. 16

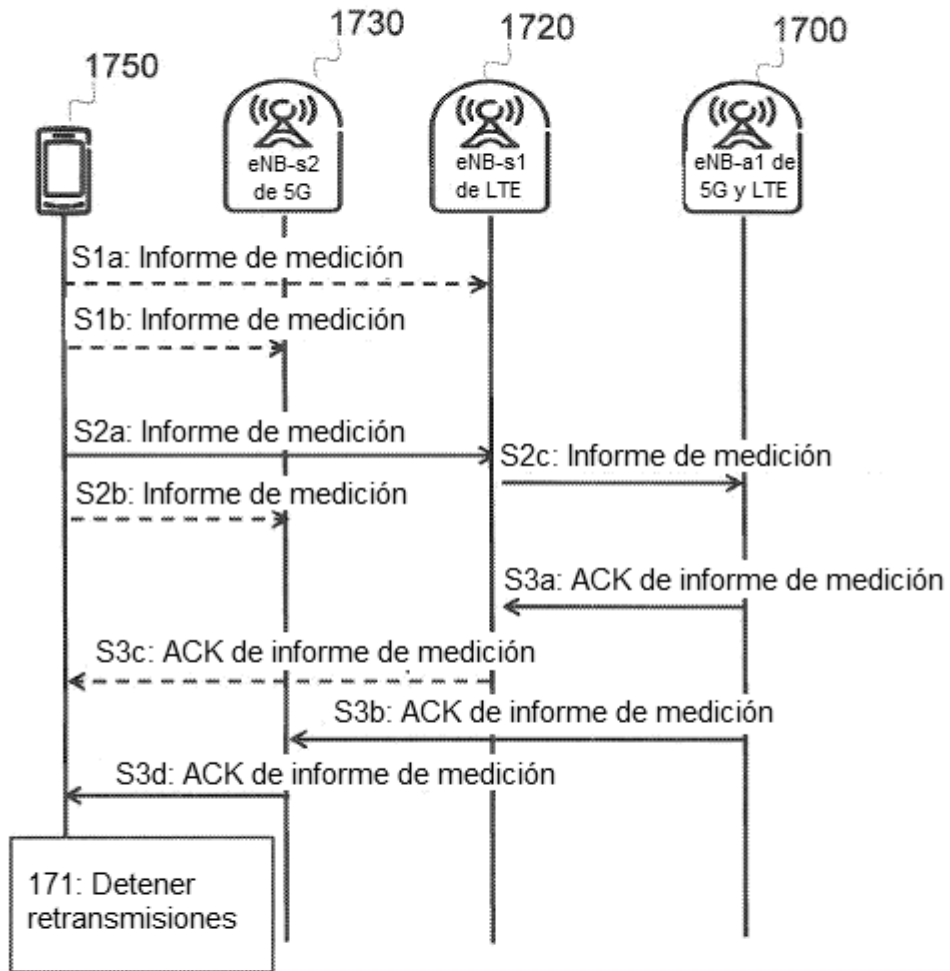


Fig. 17

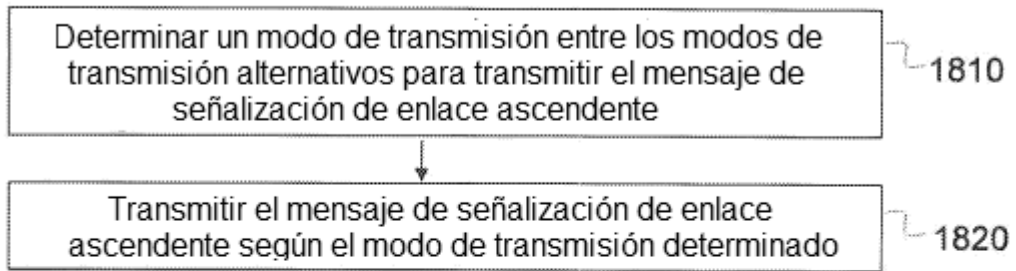


Fig. 18a

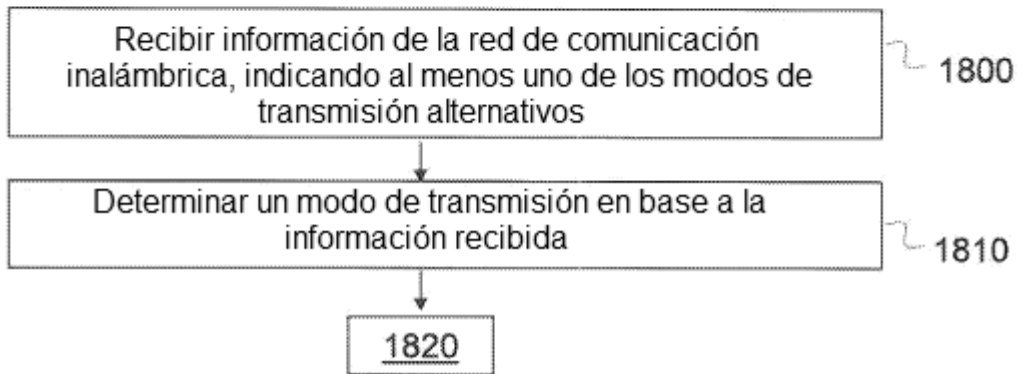


Fig. 18b

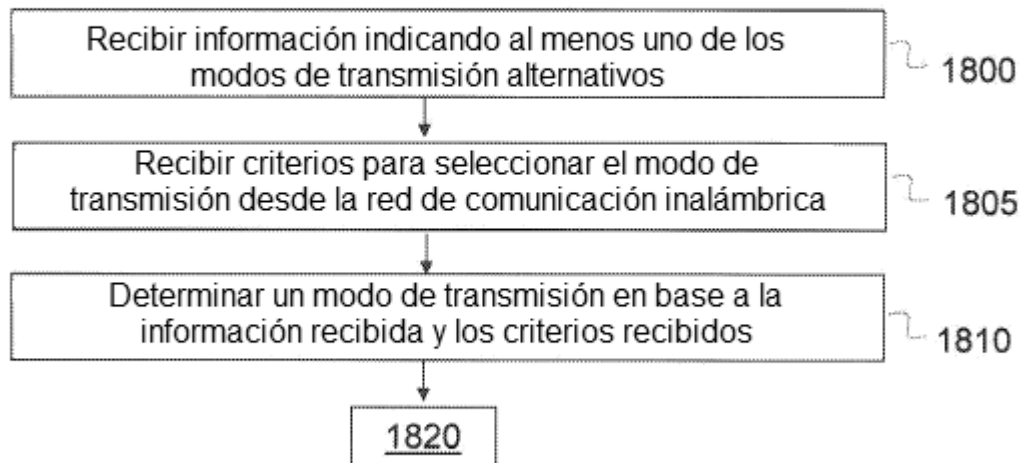


Fig. 18c

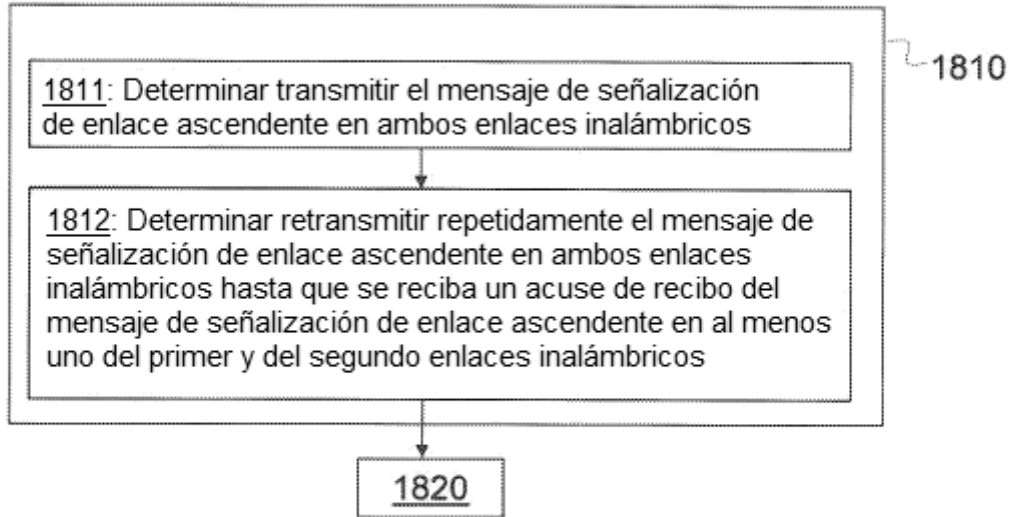


Fig. 18d

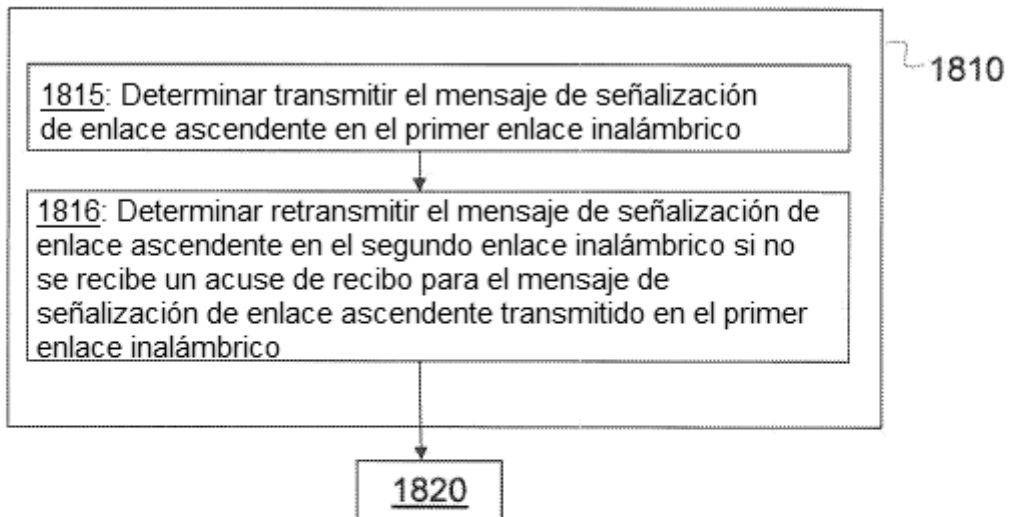


Fig. 18e

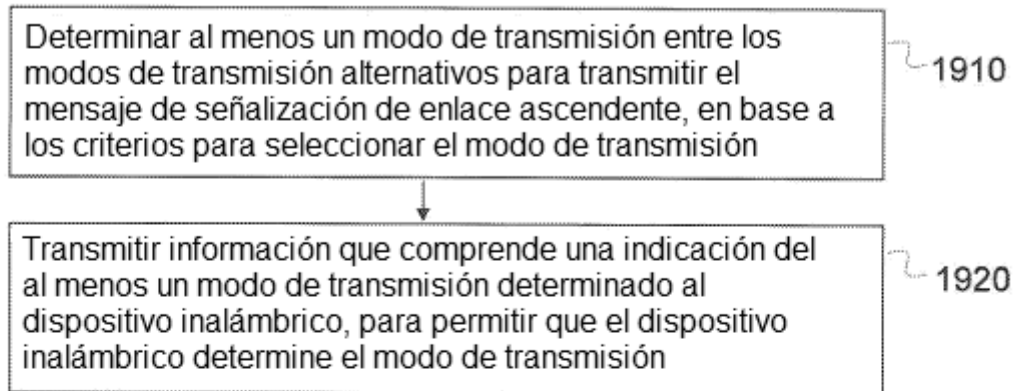


Fig. 19

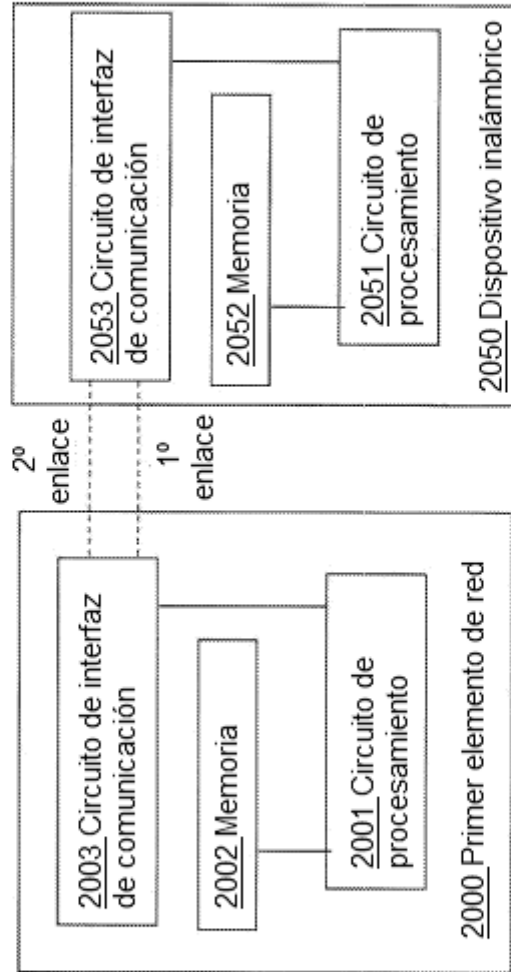


Fig. 20a

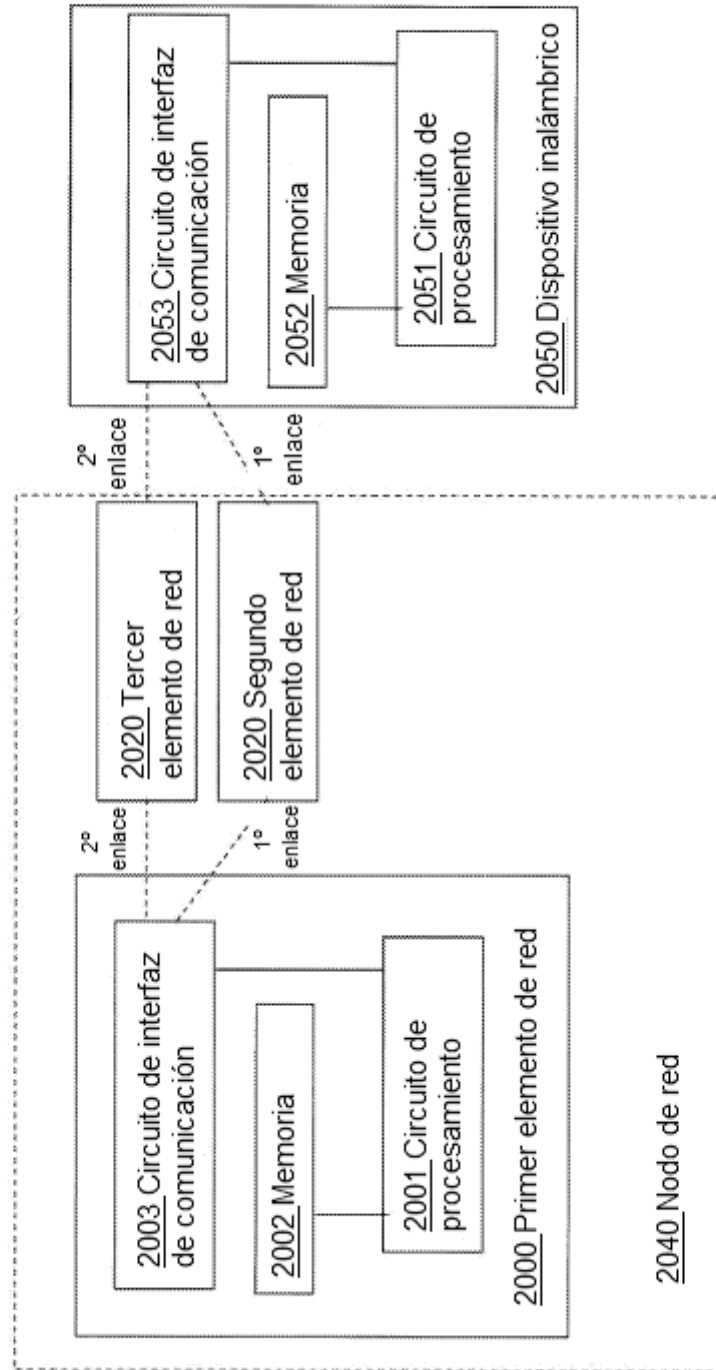


Fig. 20b

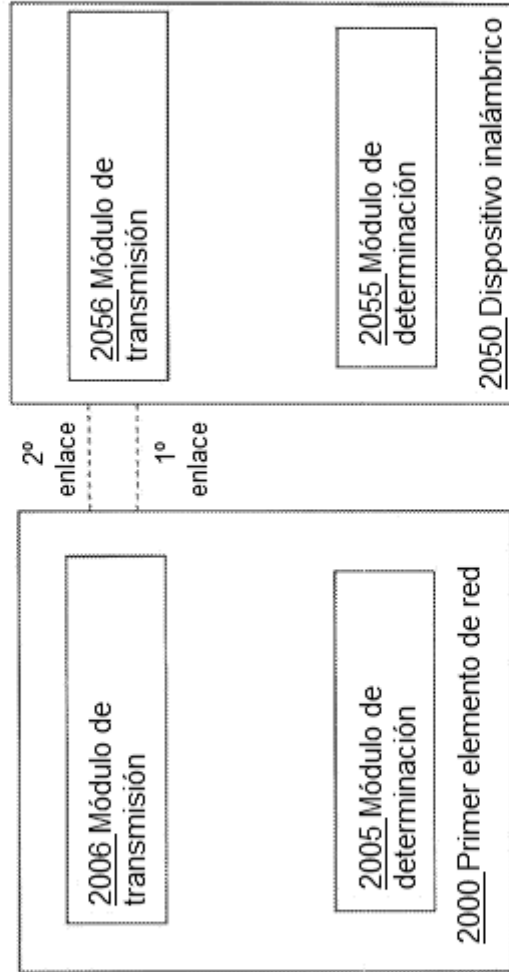


Fig. 20c