

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 685 572**

51 Int. Cl.:

**H04W 52/32** (2009.01)

**H04W 52/28** (2009.01)

**H04W 52/34** (2009.01)

**H04W 52/14** (2009.01)

**H04W 56/00** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.04.2011 E 14166105 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.05.2018 EP 2760241**

54 Título: **Control de la potencia de transmisión para canales de acceso aleatorio físico**

30 Prioridad:

**01.04.2010 WO PCT/EP2010/002119**

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

**10.10.2018**

73 Titular/es:

**SUN PATENT TRUST (100.0%)  
450 Lexington Avenue, 38th Floor  
New York, NY 10017, US**

72 Inventor/es:

**FEUERSÄNGER, MARTIN;  
LÖHR, JOACHIM y  
AOYAMA, TAKAHISA**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 685 572 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

Control de la potencia de transmisión para canales de acceso aleatorio físico

**Sector de la invención**

5 La invención se refiere a métodos para controlar la potencia en el enlace ascendente en escenarios en los que la transmisión de enlace ascendente y un preámbulo de acceso aleatorio, o múltiples preámbulos de acceso aleatorio se transmiten en el mismo intervalo de tiempo de transmisión. Además, la invención se refiere también a la implementación/rendimiento de estos métodos en/mediante hardware, es decir, aparatos, y su implementación en software.

**Antecedentes de la técnica**

10 Evolución a largo plazo (LTE)

Los sistemas de telefonía móvil de tercera generación (3G) basados en la tecnología de acceso por radio WCDMA se están desplegando a gran escala en todo el mundo. Una primera etapa en potenciar o evolucionar esta tecnología conlleva introducir el Acceso de paquetes de enlace descendente de alta velocidad (HSDPA – High Speed Downlink Packet Access, en inglés) y un enlace ascendente mejorado, denominado también Acceso de paquetes de enlace ascendente de alta velocidad (HSUPA – High Speed Uplink Packet Access, en inglés), proporcionando una tecnología de acceso por radio que es altamente competitiva.

15 Para estar preparado para otras crecientes demandas de usuarios y ser competitivo frente a las nuevas tecnologías de acceso por radio, el 3GPP introdujo un sistema de comunicación para móviles nuevo que se denomina Evolución a largo plazo (LTE – Long Term Evolution, en inglés). LTE está diseñado para cumplir las necesidades de los portadores para datos de alta velocidad y transporte en los medios, así como para soporte de voz de alta capacidad hasta la siguiente década. La capacidad de proporcionar altas tasas de bits es una medida clave para LTE.

20 La especificación del elemento de trabajo (WI – Work Item, en inglés) en la Evolución a largo plazo (LTE) denominado Acceso por radio terrestre de UMTS (UTRA – UMTS Terrestrial Radio Access, en inglés) evolucionado y Red de acceso por radio terrestre de UMTS (UTRAN - UMTS Terrestrial Radio Access Network, en inglés) debe finalizar como Versión 8 (LTE Rel. 8). El sistema de LTE representa redes de acceso por radio basadas en paquetes y de acceso por radio eficientes, que proporcionan funcionalidades completas basadas en IP con baja latencia y bajo coste. Se proporcionan los requisitos del sistema detallado. En LTE, los múltiples anchos de banda de transmisión escalables se especifican tal como 1,4, 3,0, 5,0, 10,0, 15,0 y 20,0 MHz, con el fin de conseguir un despliegue flexible en el sistema utilizando un espectro dado. En el enlace descendente, se adoptó el acceso por radio basado en Multiplexación por división ortogonal de la frecuencia (OFDM – Orthogonal Frequency Division Multiplexing, en inglés), debido a su inherente inmunidad frente a la interferencia de múltiples rutas (MPI – MultiPath Interference, en inglés) debido a una baja tasa de símbolos, el uso de un prefijo cíclico (CP – Cyclic Prefix, en inglés) y su afinidad a diferentes disposiciones del ancho de banda de la transmisión. En el enlace ascendente, se adoptó el acceso por radio basado en Acceso múltiple por división de frecuencia de portadora única (SC-FDMA – Single - Carrier Frequency Division Multiple Access, en inglés), dado que el aprovisionamiento de cobertura de área extensa se priorizó frente a la mejora en la tasa de datos de pico, considerando la restringida potencia de transmisión del equipo de usuario (UE – User Equipment, en inglés). Se emplean muchas técnicas de acceso por radio en paquetes claves, que incluyen técnicas de transmisión de canal de múltiple entrada múltiple salida (MIMO – Multiple Input Multiple Output, en inglés), y en la LTE de Versión 8 se consigue una estructura de señalización de control altamente eficiente.

**Arquitectura de LTE**

25 La arquitectura general se muestra en la figura 1, y una representación más detallada de la arquitectura de E-UTRAN se proporciona en la figura 2. La E-UTRAN consiste en el eNodeB, que proporciona el plano de usuario de E-UTRA (PDCP/RLC/MAC/PHY) y terminaciones de protocolo de plano de control (RRC) hacia el equipo de usuario (UE). El eNodeB (eNB) contiene las capas Física (PHY – PHYSical, en inglés), de Control de acceso al medio (MAC - Medium Access Control, en inglés), de Control del enlace de radio (RLC – Radio Link Control, en inglés) y de Protocolo de control de datos en paquetes (PDCP – Packet Data Control Protocol, en inglés), que incluyen la funcionalidad de compresión de la cabecera del plano de usuario y encriptación. Ofrece asimismo la funcionalidad de Control de recursos de radio (RRC – Radio Resource Control, en inglés) correspondiente al plano de control. Realiza muchas funciones que incluyen gestión de los recursos de radio, control de admisión, planificación, hacer cumplir la QoS negociada del enlace ascendente, difusión de información de célula, cifrado/descifrado de los datos del plano de usuario y de control, y compresión/descompresión de las cabeceras de los paquetes del plano de usuario del enlace descendente/enlace ascendente. Los eNodeB están interconectados entre sí por medio de la interfaz X2.

55 Los eNodeB están asimismo conectados por medio de la interfaz S1 al EPC (Núcleo de paquetes evolucionado – Evolved Packet Core, en inglés), más específicamente a la MME (Entidad de gestión de movilidad – Mobility Management Entity, en inglés) por medio de la S1-MME, y a la Puerta de enlace de servicio (SGW – Serving

- GateWay, en inglés) por medio de la S1-U. La interfaz S1 soporta una relación de muchos a muchos entre las Puertas de enlace de MME/Servicio y los eNodoB. La SGW encamina y difunde paquetes de datos de usuario, actuando a la vez como vínculo de movilidad para el plano de usuario durante las transferencias inter-eNodoB, y como vínculo para la movilidad entre LTE y otras tecnologías el 3GPP (terminando la interfaz S4 y retransmitiendo el tráfico entre los sistemas 2G/3G y GW de la PDN). Para equipos de usuario en estado de hibernación, la SGW termina la ruta de los datos de enlace descendente y activa la localización cuando llegan datos de enlace descendente para el equipo de usuario. Gestiona y almacena contextos del equipo de usuario, por ejemplo, parámetros del servicio de portador de IP, información de encaminamiento interno en la red. Asimismo, realiza una réplica del tráfico de usuario en caso de interceptación legal.
- La MME es el nodo de control clave para la red de acceso de LTE. Es responsable del rastreo del equipo de usuario en modo de hibernación y del procedimiento de localización, incluyendo las retransmisiones. Está implicado en el proceso de activación/desactivación del portador y también es responsable de la elección de la SGW para un equipo de usuario en el ataque inicial y en el momento de la transferencia intra-LTE que implica la reubicación del nodo de la red de núcleo (CN – Core Network, en inglés). Es responsable de autenticar al usuario (interactuando con el HSS). La señalización del Estrato de No acceso (NAS – Non-Access Stratum, en inglés) termina en la MME y es asimismo responsable de la generación y asignación de identidades temporales a los equipos de usuario. Comprueba la autorización del equipo de usuario para situarse en la Red de telefonía móvil terrestre pública (PLMN – Public Land Mobile Network, en inglés) del proveedor de servicios, y hace cumplir las restricciones de itinerancia del equipo de usuario. La MME es el punto de terminación en la red para la protección de cifrado/descifrado para la señalización del NAS, y maneja la gestión de la clave de seguridad. La interceptación legal de la señalización está asimismo soportada por la MME. La MME proporciona asimismo la función del plano de control para movilidad entre las redes de acceso de LTE y 2G/3G, terminando la interfaz S3 en la MME desde el SGSN. La MME termina asimismo la interfaz S6a hacia el HSS de abonados locales para equipos de usuario en itinerancia.

#### Esquema de acceso del enlace ascendente para LTE

- Para la transmisión de enlace ascendente, es necesaria una transmisión eficiente en potencia del equipo de usuario para maximizar la cobertura. La transmisión de portadora única combinada con FDMA (Acceso Múltiple por división de la frecuencia – Frequency Division Multiple Access, en inglés) con asignación dinámica de ancho de banda, ha sido elegida como esquema de transmisión de enlace ascendente del UTRA evolucionado. La razón principal para la preferencia de la transmisión de portadora única es la baja relación de potencia de pico a media (PAPR – Peak to Average Power Ratio, en inglés), en comparación con las señales de múltiples portadores (OFDMA – Acceso múltiple por división ortogonal de la frecuencia), y la mayor eficiencia del amplificador de potencia correspondiente y supuesta mayor cobertura (mayores tasas de datos para una potencia de pico dada del terminal). Durante cada intervalo de tiempo, el eNodoB asigna a los usuarios un único recurso tiempo/frecuencia para transmitir datos de usuario, asegurando con ello la ortogonalidad intra células. Un acceso ortogonal en el enlace ascendente promete una mayor eficiencia espectral mediante la eliminación de la interferencia intra-células. La interferencia debida a la propagación de múltiples rutas se maneja en la estación de base (eNodoB), ayudada por la inserción de un prefijo cíclico en la señal transmitida.

- El recurso físico básico utilizado para la transmisión de datos consiste en un recurso de frecuencia de tamaño  $BW_{concesión}$  (Ancho de banda – BandWidth, en inglés) durante un intervalo de tiempo, por ejemplo, una subtrama de 0,5 ms, sobre la cual se mapean bits de información codificados. Se debe observar que una subtrama, denominada también intervalo de tiempo de transmisión (TTI – Transmission Time Interval, en inglés) es el menor intervalo de tiempo para la transmisión de datos de usuario. Es, no obstante, posible, asignar un recurso de frecuencia  $BW_{concesión}$  sobre un periodo de tiempo mayor que un TTI a un usuario mediante concatenación de subtramas.

- El recurso de frecuencia puede estar situado en un espectro localizado o distribuido, tal como se ilustra en la figura 3 y la figura 4. Tal como se puede ver a partir de la figura 3, la portadora única localizada se caracteriza por que la señal transmitida tiene un espectro continuo que ocupa una parte del espectro total disponible. Diferentes tasas de símbolos (correspondientes a diferentes tasas de datos) de la señal transmitida implican diferentes anchos de banda de una señal de portadora única localizada.

- Por otro lado, tal como se muestra en la figura 4, la portadora única distribuida se caracteriza por que la señal transmitida tiene un espectro no continuo (“en forma de peine”) que está distribuido sobre el ancho de banda del sistema. Se debe observar que, aunque la señal de portadora única distribuida está distribuida sobre el ancho de banda del sistema, la cantidad total de espectro ocupada es, en esencia, la misma que la de la portadora única localizada. Además, para la tasa de símbolos mayor/menor, el número de “dientes de peine” aumenta/se reduce, mientras que el “ancho de banda” de cada “diente de peine” sigue siendo el mismo.

- A primera vista, el espectro de la figura 4 puede dar la impresión de una señal de múltiples portadores en la que cada diente del peine corresponde a una “subportadora”. No obstante, a partir de la generación de señal en el dominio del tiempo de una señal de portadora única distribuida, debe resultar claro que lo que se está generando es una señal de portadora única verdadera con una relación de potencia de pico a media correspondiente. La diferencia clave entre una señal de portadora única distribuida frente a una señal de múltiples portadores, tal como por ejemplo OFDM (Multiplexación por división ortogonal de la frecuencia) es que, en el primer caso, cada “subportadora” o

- 5 “diente de peine” no lleva un único símbolo de modulación. Por el contrario, cada diente del peine lleva información acerca de todos los símbolos de modulación. Esto crea una dependencia entre los diferentes dientes del peine que conduce a la necesidad de ecualización, a menos que el canal sea no selectivo en frecuencia sobre el ancho de banda total de transmisión. En contraste, para la ecualización de OFDM no es necesario siempre que el canal sea no selectivo en frecuencia sobre el ancho de banda de la subportadora.
- La transmisión distribuida puede proporcionar una ganancia de diversidad de la frecuencia mayor que la transmisión localizada, aunque la transmisión localizada permite más fácilmente la planificación dependiente del canal. Se debe observar que, en muchos casos, la decisión de planificación puede decidir proporcionar todo el ancho de banda a un solo equipo de usuario para conseguir altas tasas de datos.
- 10 Esquema de planificación del enlace ascendente para LTE
- El esquema del enlace ascendente permite los dos accesos planificados, es decir, controlado por el eNodoB, y acceso basado en resolución de conflictos.
- 15 En el caso de acceso planificado, al equipo de usuario se le asigna un cierto recurso de frecuencia durante un cierto tiempo (es decir, recurso tiempo/frecuencia) para la transmisión de datos de enlace ascendente. No obstante, algunos recursos tiempo/frecuencia se puede asignar para acceso basado en resolución de conflictos. En estos recursos de tiempo/frecuencia, los equipos de usuario pueden transmitir sin ser planificados primero. Un escenario en el que el equipo de usuario está realizando un acceso basado en resolución de conflictos es, por ejemplo, el acceso aleatorio, es decir, cuando el equipo de usuario está realizando un acceso inicial a una célula o para solicitar recursos de enlace ascendente.
- 20 Para el eNodoB de acceso planificado el planificador asigna a un usuario un único recurso de frecuencia/tiempo para la transmisión de datos de enlace ascendente. de manera más específica, el planificador determina
- qué equipo de usuario o equipos de usuario está autorizado o están autorizados para transmitir,
  - qué recursos de canal físico (frecuencia),
  - formato de transporte (Tamaño del bloque de transporte (TBS – Transport Block Size, en inglés) y Esquema de codificación de modulación (MCS – Modulation Coding Scheme, en inglés)) que el terminal móvil utilizará para la transmisión.
- 25 La información de asignación se señala al equipo de usuario a través de una concesión de planificación, enviada en el llamado canal de control L1/L2. Por sencillez, este canal de enlace descendente se denomina en lo que sigue “canal de concesión de enlace ascendente”.
- 30 Un mensaje de concesión de planificación (denominado también asignación de recurso en esta memoria) contiene al menos información qué parte de la banda de frecuencia está autorizado a utilizar el equipo de usuario, la validez del periodo de la concesión, y el formato del transporte que el equipo de usuario tiene que utilizar para la transmisión de enlace ascendente entrante. El periodo de validez más corto es una subtrama. En el mensaje de concesión se puede incluir información adicional, dependiendo del esquema seleccionado. Solo se utilizan concesiones “por cada equipo de usuario” para conceder el derecho a transmitir en el Canal compartido de enlace ascendente UL-SCH (UpLink Shared CHannel, en inglés) (es decir, no hay ninguna concesión “por cada equipo de usuario por cada RB” (Bloque de recursos – Resource Block, en inglés). Por lo tanto, el equipo de usuario necesita distribuir los recursos asignados entre los portadores de radio de acuerdo con algunas reglas, que se explicarán con detalle en la sección siguiente.
- 35
- 40 A diferencia del HSUPA, no hay ninguna selección de formato de transporte basada en el equipo de usuario. La estación de base (eNodoB) decide el formato de transporte sobre la base de cierta información, por ejemplo, la información de planificación reportada y la información de la QoS, y el equipo de usuario debe tener el formato de transporte seleccionado. En HSUPA, el eNodoB asigna el recurso máximo de enlace ascendente, y el equipo de usuario selecciona de acuerdo con ello el formato de transporte real para las transmisiones de datos.
- 45 Las transmisiones de datos de enlace ascendente solo están autorizadas a utilizar recursos de tiempo – frecuencia asignados al equipo de usuario a través de la concesión de planificación. Si el equipo de usuario no tiene una concesión válida, no está autorizado a transmitir ningún dato de enlace ascendente. A diferencia del HSUPA, en el que a cada equipo de usuario siempre se le asigna un canal dedicado, solo existe un canal de datos de enlace ascendente compartido por múltiples usuarios (UL-SCH) para las transmisiones de datos.
- 50 Para solicitar recursos, el equipo de usuario transmite un mensaje de solicitud de recurso al eNodoB. Este mensaje de solicitud de recursos podría contener, por ejemplo, información acerca del estado de la memoria temporal, el estado de la potencia del equipo de usuario y cierta información relativa a la Calidad de los Servicios (QoS – Quality of Services, en inglés). Esta información, que se denominará información de planificación, permite al eNodoB realizar una asignación de recursos apropiada. En todo el documento se supone que el estado de la memoria temporal es informado a un grupo de portadores de radio. Por supuesto, también son posibles otras configuraciones
- 55

para el estado de la memoria temporal. Dado que la planificación de los recursos de radio es la función más importante en la red de acceso a canal compartido para la determinación de la Calidad de Servicio, existen varios requisitos que el esquema de planificación de enlace ascendente debe cumplir para LTE, con el fin de permitir una gestión eficiente de la QoS (véase 3GPP RAN WG#2 Tdoc. R2- R2-062606, “QoS operator requirements/use cases for services sharing the same bearer”, por T-Mobile, NTT DoCoMo, Vodafone, Orange, KPN; disponible en <http://www.3gpp.org/>):

- la carencia de servicios de baja prioridad se debe evitar

- el esquema de planificación deberá soportar una clara diferenciación en la QoS para portadores/servicios

- el informe del enlace ascendente debe permitir informes de memoria temporal de granularidad fina (por ejemplo, por cada portador de radio o por grupo de portadores de radio) con el fin de permitir que el planificador de eNodeB identifique a qué Portadora /servicio de radio se deben enviar datos

- debe ser posible realizar una clara diferenciación de QoS entre los servicios de diferentes usuarios

- debe ser posible proporcionar una tasa de bits mínima por cada portador de radio.

Tal como se puede ver a partir de la lista anterior, un aspecto esencial del esquema de planificación de LTE es proporcionar mecanismos con los que el operador pueda controlar la partición de su capacidad de células agregadas entre los portadores de radio de las diferentes clases de QoS. La clase de QoS de un portador de radio es identificada mediante el perfil de QoS del correspondiente portador de SAE señalado desde la puerta de enlace de servicio al eNodeB, tal como se ha descrito anteriormente. Un operador puede asignar a continuación una cierta cantidad de su capacidad de células agregadas para el tráfico agregado asociado con los portadores de radio de una cierta clase de QoS.

El principal objetivo del empleo de este planteamiento basado en clases es poder diferencial el tratamiento de paquetes dependiendo de la clase de QoS a la que pertenecen. Por ejemplo, a medida que la carga en una célula aumenta, debe ser posible que un operador maneje esto acelerando el tráfico perteneciente a una clase de QoS de baja prioridad. En esta etapa, el tráfico de alta prioridad puede experimentar aún una situación de baja carga, dado que los recursos agregados asignados a este tráfico son suficientes para darle servicio. Debe ser posible tanto en la dirección de enlace ascendente como de enlace descendente.

Una ventaja de emplear este planteamiento es proporcionar al operador un control completo de las políticas que gobiernan la partición del ancho de banda. Por ejemplo, la política de un operador podría ser, incluso en cargas extremadamente altas, evitar la falta de tráfico perteneciente a su Clase de QoS de prioridad más baja. Evitar la falta de tráfico de baja prioridad es uno de los principales requisitos para el esquema de planificación de enlace ascendente en LTE. En el mecanismo de planificación del UMTS de versión 6 (HSUPA) actual, el esquema de priorización absoluta puede conducir a la falta de aplicaciones de baja prioridad. La selección de E-TFC (Selección de Combinación de Formatos de Transporte Mejorados) se realiza solo de acuerdo con las prioridades de canal lógico absolutas, es decir, la transmisión de datos de alta prioridad se maximiza, lo que significa que es posible que los datos de baja prioridad falten en favor de los datos de alta prioridad. Con el fin de evitar la falta, el planificador de eNodeB debe tener un medio para controlar desde qué portadores de radio transmite datos el equipo de usuario. Esto influye principalmente en el diseño y la utilización de las concesiones de planificación transmitidas en el canal de control de L1/L2 en el enlace descendente. A continuación, se resumen los detalles del procedimiento de control de la velocidad del enlace ascendente en LTE.

Procedimiento de control de la velocidad del enlace ascendente/priorización de los canales lógicos

Para las transmisiones de enlace ascendente de evolución a largo plazo (LTE) de UMTS existe el deseo de evitar dicha falta y posibilitar una mayor flexibilidad en la asignación de recursos entre los portadores, aun manteniendo la asignación de recursos por cada equipo de usuario, en lugar de por cada portador de equipo de usuario.

El equipo de usuario tiene una función de control de la velocidad del enlace ascendente que gestiona la compartición de recursos de enlace ascendente entre portadores de radio. Esta función de control de la velocidad del enlace ascendente se denomina asimismo en lo que sigue, procedimiento de priorización de canales lógicos. El procedimiento de priorización de canales lógicos (LCP – Logical Channel Priorization, en inglés) se aplica cuando se realiza una nueva transmisión, es decir, es necesario generar un bloque de transporte. Una propuesta para la asignación de capacidad ha sido asignar recursos a cada portador, en orden de prioridad, hasta que cada uno ha recibido un equivalente de asignación a la velocidad de datos mínima para cada portador, tras lo cual se asigna cualquier capacidad adicional a los portadores, por ejemplo, en orden de prioridad.

Como resultará evidente a partir de la descripción del procedimiento de LCP proporcionado a continuación, la implementación del procedimiento de LCP residente en el equipo de usuario se basa en el modelo de cubo de testigos (token bucket, en inglés), que es bien conocido en el mundo IP. La funcionalidad básica de este modelo es como sigue. Periódicamente, y a una velocidad dada, un testigo que representa el derecho a transmitir una cantidad de datos se añade al cubo. Cuando al equipo de usuario se le conceden recursos, se le permite transmitir datos

hasta la cantidad representada por el número de testigos en el cubo. Cuando transmite datos, el equipo de usuario elimina el número de testigos equivalente a la cantidad de datos transmitidos. En caso de que el cubo esté lleno, se descartan todos los testigos posteriores. Para la adición de testigos se debe asumir que el periodo de la repetición de este proceso debe ser cada TTI, pero se podría alargar fácilmente de manera que el testigo solo se añada de segundo en segundo. Básicamente, en lugar de que cada 1 ms se añada un testigo al cubo, se podrían añadir 1000 testigos cada segundo.

A continuación, se describe el procedimiento de priorización de canales lógicos utilizado en LTE de versión 8 (para más detalles, véase: 3GPP TS 36.321, "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Medium Access Control (MAC) protocol specification", versión 8.5, disponible en <http://www.3gpp.org>). El RRC controla la planificación de los datos de enlace ascendente mediante señalización por cada canal lógico: prioridad, cuando aumenta el valor de prioridad indica un nivel de prioridad menor, prioritisedBitRate (tasa de bits priorizados) que establece una Tasa de bits priorizados (PBR – Priorized Bit Rate, en inglés), BucketSizeDuration (Duración del tamaño del cubo, en inglés) que establece la Duración del tamaño del cubo (BSD). La idea tras la tasa de bits priorizados es soportar cada portador, incluyendo los portadores no de GBR de prioridad baja, una tasa de bits mínima para evitar una potencial carencia. Cada portador debe obtener al menos recursos suficientes para conseguir la tasa de bits priorizados (PRB).

El UE mantendrá una variable  $B_j$  para cada canal lógico.  $B_j$  se inicializará a cero cuando se establece el canal lógico correspondiente, y se incrementará su duración en el producto  $PBR \times TTI$  para cada TTI, en la que PBR es la Tasa de bits priorizados del canal lógico  $j$ . No obstante, el valor de  $B_j$  no puede exceder nunca del tamaño del cubo y, si el valor de  $B_j$  es mayor que el tamaño del cubo del canal lógico  $j$ , se ajustará al tamaño del cubo. El tamaño del cubo de un canal lógico es igual a  $PBR \times BSD$ , donde PBR y BSD están configurados por las capas superiores.

El UE realizará el procedimiento de Priorización de canales lógicos cuando se realiza una nueva transmisión. La función de control de la tasa de enlace ascendente asegura que el UE sirve a su portador o portadores de radio en la secuencia siguiente:

1. todos los canales lógicos en orden de prioridad decreciente hasta su PBR configurada (de acuerdo con el número de testigos en el cubo que se denota por  $B_j$ );

2. si todos los recursos permanecen, todos los canales lógicos serán servidos en un orden de prioridad estrictamente decreciente (independientemente del valor de  $B_j$ ) hasta que todos los datos para ese canal lógico o la concesión de UL se agoten, lo que ocurra primero. Los canales lógicos configurados con la misma prioridad se deben servir de la misma manera.

En caso de que las PBR estén ajustadas a cero, se salta la primera etapa y el canal lógico o los canales lógicos son servidos en orden estricto de prioridad: el UE maximiza la transmisión de los datos de prioridad mayor.

El UE seguirá también las reglas siguientes durante los procedimientos de planificación anteriores:

- el UE no debe segmentar una SDU de RLC (o una SDU transmitida parcialmente o una PDU de RLC retransmitida) si toda la SDU (la SDU transmitida parcialmente o la PDU de RLC retransmitida parcialmente) cabe en los recursos que quedan;

- si el UE segmenta una SDU de RLC del canal lógico, maximizará el tamaño del segmento para llenar la concesión lo más posible;

- el UE debe maximizar la transmisión de datos.

Aunque para LTE de versión 8 solo se utilice la Tasa de bits priorizados (PBR) dentro del procedimiento de LCP, podría haber también otras mejoras en futuras versiones. Por ejemplo, de manera similar a la PBR, también se podrían proporcionar una tasa de bits máxima (MBR – Maximum Bit Rate, en inglés) por portador de GBR y una tasa de bits máxima agregada (AMBR – Aggregated Maximum Bit Rate, en inglés) para todos los portadores no de GBR, al equipo de usuario. La MBR denota tasas de bits de tráfico por cada portador, mientras que AMBR denota una tasa de bits de tráfico por grupo de portadores. AMBR se aplica a todos los portadores de SAE no de GBR de un equipo de usuario. Los portadores de SAE de GBR están fuera del alcance del AMBR. Múltiples portadores no de GBR de SAE pueden compartir la misma AMBR. Es decir, cada uno de aquellos portadores de SAE podrían utilizar, potencialmente, toda la AMBR, por ejemplo, cuando los otros portadores de SAE no llevan tráfico. La AMBR limita la tasa de bits agregados que se puede esperar que los portadores de SAE no de GBR proporcionen, que compartan la AMBR.

Operación de protocolo HARQ para transmisiones de datos unidifundidas

Una técnica común para la detección y la corrección de errores en los sistemas de transmisión en paquetes sobre canales no fiables se denomina solicitud de repetición automática híbrida (HARQ - Hybrid Automatic Repeat reQuest, en inglés). La ARQ híbrida es una combinación de Corrección de errores de transmisión (FEC – Forward Error Correction, en inglés) y ARQ.

Si se transmite un paquete codificado de FEC y el receptor falla en la decodificación correcta de los paquetes (los errores se comprueban habitualmente mediante un CRC (Comprobación de redundancia cíclica – Cyclic Redundancy Check, en inglés)), el receptor solicita una retransmisión del paquete.

5 En LTE existen dos niveles de retransmisiones para proporcionar fiabilidad, a saber, HARQ en la capa de MAC y la ARQ exterior en la capa de RLC. Es necesario que la ARQ exterior maneje errores residuales que no son corregidos por HARQ, que sigue siendo simple mediante la utilización de un mecanismo de información de retorno de un solo bit, es decir, ACK/NACK. Se emplea un HARQ de parar y esperar de N procesos que tiene retransmisiones asíncronas en el enlace descendente y retransmisiones síncronas en el enlace ascendente. HARQ síncrona significa que las retransmisiones de bloques de HARQ se producen en intervalos periódicos predefinidos. Por ello, no se requiere ninguna señalización explícita para indicar al receptor la planificación de retransmisiones. La HARQ asíncrona ofrece la flexibilidad de retransmisiones de planificación basada en condiciones de la interfaz aérea. En este caso, es necesario señalar cierta identificación del proceso de HARQ con el fin de permitir una correcta operación de combinación y protocolo. En el 3GPP, las operaciones de HARQ con ocho procesos se utilizan en LTE de Versión 8. La operación de protocolo de HARQ para la transmisión de datos de enlace descendente será similar o incluso idéntica al HSDPA.

20 En la operación de protocolo de HARQ de enlace ascendente existen dos opciones diferentes acerca de cómo planificar una retransmisión. Las retransmisiones se planifican mediante una retransmisión no adaptativa síncrona, NACK, o se planifican explícitamente mediante retransmisiones síncronas adaptativas, PDCCH. En caso de retransmisión no adaptativa síncrona, la retransmisión utilizará los mismos parámetros que la transmisión de enlace ascendente anterior, es decir, la retransmisión será señalizada en los mismos recursos de canal físico que respectivamente utilizan el mismo esquema de modulación. Dado que las retransmisiones adaptativas síncronas se planifican explícitamente por medio del PDCCH, el eNodeB tiene la posibilidad de cambiar ciertos parámetros para la retransmisión. Una retransmisión podría ser planificada, por ejemplo, en un recurso de frecuencia diferente con el fin de evitar la fragmentación en el enlace ascendente, o el eNodeB podría cambiar el esquema de modulación o alternativamente indicar al equipo de usuario qué versión de redundancia utilizar para la retransmisión. Se debe observar que la información de retorno de HARQ (ACK/NACK) y la señalización del PDCCH se producen en los mismos tiempos. Por lo tanto, el equipo de usuario solo necesita comprobar una vez si se activa una retransmisión no adaptativa síncrona, se recibe un solo NACK, o si el eNodeB solicita una retransmisión adaptativa síncrona, es decir, se señala un PDCCH.

### 30 Señalización de control de L1/L2

Con el fin de informar a los usuarios planificados acerca del estado de su asignación, es necesario transmitir junto con los datos, información relativa al formato de transporte y otros datos, (por ejemplo, HARQ) señalización de control de L1/L2 en el enlace descendente. La señalización de control necesita ser multiplexada con los datos de enlace descendente en una subtrama (suponiendo que la asignación del usuario puede cambiar de subtrama en subtrama). En esta memoria, se debe observar, que la asignación del usuario solo podría ser realizada por cada TTI (Intervalo de tiempo de transmisión), donde la longitud del TTI es un múltiplo de las subtramas. La longitud del TTI puede ser fija en un área de servicio para todos los usuarios, puede ser diferente para diferentes usuarios, o puede incluso ser dinámica para cada usuario. Generalmente, a continuación, la señalización de control de L1/2 solo necesita ser transmitida una vez por cada TTI. La señalización de control de L1/L2 se transmite en el Canal de control de enlace descendente físico (PDCCH – Physical Downlink Control Channel, en inglés). Se debe observar que esas asignaciones para las transmisiones de datos del enlace ascendente, las concesiones de enlace ascendente, se transmiten también en el PDCCH.

45 Generalmente, la información de PDCCH enviada en la señalización de control de L1/L2 se puede separar en la Información de control compartida (SCI – Shared Control Information, en inglés) y la información de control dedicada (DCI - Dedicated Control Information, en inglés).

#### Información de control compartida (SCI)

La Información de control compartida (SCI) contiene la llamada información Cat 1. La parte de SCI de la señalización de control L1/L2 contiene información relativa a la asignación (indicación) de recursos. La SCI contiene típicamente la siguiente información:

- 50 - identidad del usuario, que indica el usuario que está asignado
- información de asignación de RB, que indica los recursos (bloques de recursos, RB) en los que está asignado el usuario. Se debe observar que el número de RB en los que está asignado un usuario puede ser dinámico
- duración de asignación (opcional) si es posible una asignación sobre múltiples subtramas (o TTI).

55 Dependiendo de la configuración de otros canales y de la configuración de la información de control dedicada (DCI – Dedicated Control Information, en inglés), la SCI puede contener adicionalmente información tal como ACK/NACK para la transmisión de enlace ascendente, información de planificación de enlace ascendente, información acerca de la DCI (recursos, MCS, etc.).

Información de control dedicada (DCI)

La información de control dedicada (DCI) contiene la llamada información de Cat 2/3. La parte de DCI de la señalización de control de L1/L2 contiene información relativa al formato de transmisión (Cat 2) de los datos transmitidos a un usuario planificado indicado por Cat 1. Además, en caso de aplicación de ARQ (híbrida) contiene información de HARQ (Cat 3). La DCI solo necesita ser descodificada por el usuario planificado de acuerdo con la Cat 1. La DCI contiene típicamente información acerca de:

- Cat 2: Esquema de modulación, tamaño del bloque de transporte (carga útil) (o velocidad de codificación), información relativa a MIMO, etc. Se debe observar que se puede señalar bien el bloque de transporte (o tamaño de la carga útil) o la velocidad de codificación. En cualquier caso, estos parámetros se pueden calcular unos a partir de otros, utilizando la información del esquema de modulación y la información de recursos (número de RB asignados).

- Cat 3: información relativa a HARQ, por ejemplo, número de procesos de ARQ híbrida, versión de redundancia, número de secuencia de retransmisión

Información de señalización de control de L1/L2 para la transmisión de datos de enlace descendente

Junto con la transmisión de datos en paquetes de enlace descendente, la señalización de control de L1/L2 se transmite en un canal físico separado (PDCCH). Esta señalización de control de L1/L2 típicamente contiene información acerca de:

- el recurso o los recursos de canal físicos en los que se transmiten los datos (por ejemplo, subportadoras o bloques de subportadoras en caso de OFDM, códigos en caso de CDMA). Esta información permite al equipo de usuario (receptor) identificar los recursos en los que se transmiten los datos

- el formato de transporte, que se utiliza para la transmisión. Este puede ser el tamaño del bloque de transporte de los datos (tamaño de la carga útil, tamaño de los bits de información), el nivel de MCS (Esquema de modulación y codificación, Modulation and Coding Scheme, en inglés), la Eficiencia espectral, la velocidad de codificación, etc. Esta información (habitualmente junto con la asignación de recursos) permite al equipo de usuario (receptor) identificar el tamaño del bit de información, el esquema de modulación y la velocidad de codificación, con el fin de iniciar los procesos de desmodulación, desacuerdo de velocidades y descodificación. En algunos casos el esquema de modulación se puede señalar explícitamente.

- información de HARQ:

- número de procesos: Permite al equipo de usuario identificar el proceso de HARQ en el que están mapeados los datos

- número de secuencia o indicador de datos nuevos: Permite al equipo de usuario identificar si la transmisión es un nuevo paquete o un paquete retransmitido

- versión de redundancia y/o constelación: Indica al equipo de usuario qué versión de redundancia de ARQ se utiliza (necesario para el desacuerdo de velocidad) y/o qué versión de constelación de modulación se utiliza (necesario para la desmodulación)

- identidad del equipo de usuario (ID del equipo de usuario): Indica para qué equipo de usuario está prevista la señalización de control de L1/L2. En implementaciones típicas, esta información se utiliza para enmascarar el CRC de la señalización de control de L1/L2 con el fin de impedir que otros equipos de usuario lean esta información.

Información de señalización de control de L1/L2 para la transmisión de datos de enlace ascendente

Para permitir la transmisión de datos en paquetes de enlace ascendente, se transmite señalización de control de L1/L2 en el enlace descendente (PDCCH) para informar al equipo de usuario acerca de los detalles de la transmisión. Esta señalización de control de L1/L2 típicamente contiene información sobre:

- el recurso o los recursos de canal físicos en los que se transmiten los datos (por ejemplo, subportadoras o bloques de subportadoras en caso de OFDM, códigos en caso de CDMA)

- el formato de transporte, que el equipo de usuario debe utilizar para la transmisión. Este puede ser el tamaño del bloque de transporte de los datos (tamaño de la carga útil, tamaño de los bits de información), el nivel de MCS (Esquema de modulación y codificación, Modulation and Coding Scheme, en inglés), la Eficiencia espectral, la velocidad de codificación, etc. Esta información (habitualmente junto con la asignación de recursos) permite al equipo de usuario (transmisor) identificar el tamaño del bit de información, el esquema de modulación y la velocidad de codificación con el fin de iniciar los procesos de modulación, el acuerdo de velocidades y la codificación. En algunos casos el esquema de modulación puede estar señalado explícitamente.

- información de HARQ:



- número de procesos: indica al equipo de usuario de qué proceso ARQ híbrido debe tomar los datos
- número de secuencia o indicador de datos nuevos: Indica equipo de usuario que transmita un nuevo paquete o que retransmita un paquete
- 5 - versión de redundancia y/o constelación: Indica al equipo de usuario qué versión de redundancia de ARQ utilizar (necesario para el acuerdo de velocidad) y/o qué versión de constelación de modulación utilizar (necesario para la modulación)
- identidad del equipo de usuario (ID del equipo de usuario): Indica qué equipo de usuario debe transmitir datos. En implementaciones típicas, esta información se utiliza para enmascarar el CRC de la señalización de control de L1/L2 con el fin de impedir que otros equipos de usuario lean esta información.
- 10 Existen diferentes variantes de cómo transmitir exactamente las porciones de información mencionadas anteriormente. Además, la información de control de L1/L2 puede contener asimismo información adicional o puede omitir parte de la información. Por ejemplo:
  - el número de procesos de HARQ puede no ser necesario en caso de un protocolo de HARQ síncrono
  - una versión de redundancia y/o constelación puede no ser necesaria si se utiliza la Combinación de Chase (siempre la misma versión de redundancia y/o constelación) o si la secuencia de versiones de redundancia y/o constelación está predefinida
  - 15 - la información de control de la potencia puede ser incluida adicionalmente en la señalización de control
  - la información de control relativa a MIMO, tal como por ejemplo precodificación, se puede incluir adicionalmente en la señalización de control
  - 20 - En caso de formato de transporte de transmisión MIMO de múltiples palabras de paso, y/o HARQ, la información de HARQ para múltiples palabras de paso puede estar incluida.

Para asignaciones de recursos de enlace ascendente (PUSCH) señalizadas en el PDCCH en LTE, la información de control de L1/L2 no contiene un número de procesos de HARQ, dado que se emplea un protocolo de HARQ síncrono para enlace ascendente de LTE. El proceso de HARQ a utilizar para una transmisión de enlace ascendente viene dado por la temporización. Además, se debe observar que la versión de redundancia (RV – Redundancy Version, en inglés) está codificada conjuntamente con la información del formato de transporte, es decir, la información de RV está incluida en el campo del formato de transporte (TF – Transport Format, en inglés). El campo de TF, respectivamente MCS, tiene por ejemplo un tamaño de 5 bits, que corresponde a 32 entradas. 3 entradas de tabla de TF/MCS están reservadas para indicar los RV 1, 2 o 3. Las entradas de tabla de MCS restantes se utilizan para señalar el nivel de MCS (TBS) implícitamente indicando RV0. El tamaño del campo de CRC del PDCCH es de 16 bits.

Para las asignaciones de enlace descendente (PDSCH) señalizadas en el PDCCH en LTE, la Versión de redundancia (RV) se señala separadamente en un campo de dos bits. Además, la información del orden de modulación es codificada conjuntamente con la información de formato de transporte. De manera similar al caso del enlace ascendente, existe el campo de MCS de 5 bits señalado en el PDCCH. Tres de las entradas están reservadas para señalar un orden de modulación explícito, sin proporcionar ninguna información acerca del formato de transporte (bloque de transporte). Para las restantes 29 entradas, se señala el orden de modulación y el tamaño del bloque de transporte.

#### Control de la potencia del enlace ascendente

El control de la potencia de transmisión en el enlace ascendente en un sistema de comunicación para móviles sirve para un propósito importante: equilibra la necesidad de suficiente energía transmitida por bit para conseguir la Calidad de servicio (QoS) requerida, frente a las necesidades de minimizar la interferencia hacia otros usuarios del sistema y maximizar la vida de la batería del terminal móvil. Consiguiendo este propósito, la función del Control de la potencia (PC) resulta decisivo proporcionar la SINR (Relación de señal a interferencia – Signal to Interference Noise Ratio, en inglés), controlando al mismo tiempo la interferencia provocada a las células contiguas. La idea de los esquemas de PC válidos en el enlace ascendente es que todos los usuarios se reciban con la misma SINR, lo que se conoce como compensación total. Como alternativa, el 3GPP ha adoptado para LTE el uso del Control fraccional de la potencia (FPC – Fractional Power Control, en inglés). Esta nueva funcionalidad hace que los usuarios con una mayor pérdida de ruta operen con un requisito de SINR menor, de tal manera que probablemente generen una menor interferencia a las células contiguas.

En LTE, para el Canal compartido de enlace ascendente físico (PUSCH), el Canal de control de enlace ascendente físico (PUCCH) y las señales de referencia de sondeo (SRS – Sounding Reference Signals, en inglés), se especifican fórmulas detalladas de control de la potencia (véase la sección 5.1 del documento del 3GPP TS 36.213, “Physical layer procedures (Release 8)”, versión 8.6.0, disponible en <http://www.3gpp.org>). La fórmula de control de

la potencia respectiva para cada una de estas señales de enlace ascendente sigue los mismos principios básicos. Se pueden considerar como la suma de dos términos principales: un punto de funcionamiento de bucle abierto derivado de los parámetros estáticos o semi-estáticos señalizados por el eNodeB, y un desfase dinámico actualizado de subtrama a subtrama.

- 5 El punto de funcionamiento de bucle abierto para la potencia de transmisión por cada bloque de recursos depende de un número de factores que incluyen la interferencia inter-células y la carga de la célula. A continuación, se puede separar en dos componentes, un nivel de base semi-estático  $P_0$ , comprendido además por un nivel de potencia común para todos los equipos de usuario (UE) en la célula (medido en dBm) y un desfase específico para el UE, y un componente de compensación de pérdida de ruta de bucle abierto. La parte de desfase dinámico de la potencia por bloque de recursos se puede además dividir en dos componentes, un componente que depende del Esquema de modulación y codificación (MCS) y órdenes explícitas de Control de la potencia del transmisor (TPC – Transmitter Power Control, en inglés).

10 El componente que depende del MCS (denominado en las especificaciones de LTE  $\Delta_{TF}$ , donde TF es la abreviatura de Formato de transporte) permite que la potencia transmitida por cada RB se adapte de acuerdo con la tasa de datos de la información transmitida.

15 El otro componente del desfase dinámico son las órdenes de TPC específicas para el UE. Estas pueden operar de dos modos diferentes:

- órdenes de TPC acumulativas (disponibles para PUSCH, PUCCH y SRS) y
- órdenes de TPC absolutas (disponibles solo para PUSCH).

- 20 Para el PUSCH, la conmutación entre estos dos modos está configurada semi-estáticamente para cada equipo de usuario mediante señalización de RRC – es decir, el modo no se puede cambiar dinámicamente. Con las órdenes de TPC acumulativas, cada orden de TPC señala una etapa de potencia respecto al nivel anterior.

La fórmula (1) siguiente muestra la potencia de transmisión del equipo de usuario en dBm para el PUSCH:

$$P_{PUSCH} = \min \left[ P_{MAX}, 10 \cdot \log_{10} M + P_{0\_PUSCH} + \alpha \cdot PL + \Delta_{MCS} + f(\Delta_i) \right] \quad (1)$$

25 en la que:

- $P_{max}$  es la potencia de transmisión disponible máxima del equipo de usuario, que depende de la clase del equipo de usuario y de la configuración por parte de la red
- $M$  es el número de bloques de recursos físicos (PRB) asignados
- $PL$  es la pérdida de ruta del equipo de usuario derivada en la medición de RSRP (Potencia recibida por la señal de referencia – Reference Signal Received Power, en inglés) basada en el UE y la potencia de transmisión del eNodeB del RS (Símbolo de referencia - Reference Symbol, en inglés) señalizado
- $\Delta_{MCS}$  es un desfase de potencia que depende del MCS ajustado establecido por el eNodeB
- $P_{0\_PUSCH}$  es un parámetro específico para el UE (difundido parcialmente y señalado parcialmente utilizando RRC).
- $\alpha$  es el parámetro específico para una célula (difundido en el BCH)
- 35 -  $\Delta_i$  son órdenes de PC de bucle cerrado señalizadas desde el eNodeB al equipo de usuario
- la función  $f(\ )$  indica si las órdenes de bucle cerrado son acumulativas o absolutas relativas. La función  $f(\ )$  se señala al equipo de usuario a través de las capas superiores.

Otros avances para LTE (LTE-A)

- 40 El espectro de frecuencias para IMT-Avanzado se decidió en la Conferencia de radiocomunicación Mundial, 2007 (WRC-07 – World Radiocommunication Conference 2007). Aunque se decidió el espectro de frecuencias global para IMT-Avanzado, el ancho de banda de frecuencias disponible real es diferente según cada región o país. Tras la decisión acerca del perfil del espectro de frecuencias disponible se inició, no obstante, la estandarización de una interfaz de radio en el Proyecto de asociación de 3ª generación (3GPP – Third Generation Partnership Project, en inglés). En la reunión del TSG RAN #39 del 3GPP, se aprobó el Elemento de estudio (Study Item, en inglés) sobre “Further Advancements for E-UTRA (LTE-Avanzada)”. El elemento de estudio cubre los componentes tecnológicos a considerar para la evolución del E-UTRA, por ejemplo, para cumplir los requisitos en IMT-Avanzado. A continuación, se describen dos componentes tecnológicos principales que están actualmente bajo consideración para LTE-Avanzada (LTE-A para abreviar).

Soporte de LTE-A de ancho de banda más extenso

Para LTE-A se considera la agregación de portadoras, en la que se agregan dos o más portadoras de componentes, con el fin de soportar anchos de banda de transmisión más extensos, por ejemplo, hasta 100 MHz, y para la agregación de espectro.

5 Un terminal puede recibir o transmitir simultáneamente en una o múltiples portadoras de componentes dependiendo de sus capacidades:

- un terminal de LTE-A con capacidades de recepción y/o transmisión para la agregación de portadoras puede recibir y/o transmitir simultáneamente sobre múltiples portadoras de componentes. Existe un bloque de transporte (en ausencia de multiplexación espacial) y una entidad de HARQ por portadora de componentes

10 - un terminal de LTE de versión 8 puede recibir y transmitir solo sobre una única portadora de componentes, siempre que la estructura de la portadora de componentes siga las especificaciones de la Versión 8.

15 Será posible configurar todas las portadoras de componentes compatibles con la versión 8 de LTE, al menos cuando los números agregados de las portadoras de componentes en el enlace ascendente y en el enlace descendente sean iguales. No se excluye la consideración de configuraciones de portadoras de componentes de LTE-A no compatibles con lo anterior.

20 Actualmente, LTE-A soporta agregación de portadoras tanto para portadoras de componentes contiguas como no contiguas, estando cada portadora de componentes limitada a un máximo de 110 bloques de recursos (RB) en el dominio de la frecuencia, utilizando la numerología de la Versión 8 de LTE. Es posible configurar un equipo de usuario para agregar un número diferente de portadoras de componentes que se originan en el mismo eNodoB. Se debe observar que las portadoras de componentes que se originan en el mismo eNodoB no necesariamente necesitan proporcionar la misma cobertura.

Además, un equipo de usuario puede ser configurado con diferentes anchos de banda en el enlace ascendente y el enlace descendente:

25 - el número de portadoras de componentes de enlace descendente que se pueden configurar depende de la capacidad de agregación del enlace descendente del equipo de usuario;

- el número de portadoras de componentes del enlace ascendente que se pueden configurar depende de la capacidad de agregación del enlace ascendente del equipo de usuario;

- no es posible configurar un equipo de usuario con más portadoras de componentes de enlace ascendente que portadoras de componentes de enlace descendente;

30 - en los despliegues de TDD típicos, el número de portadoras de componentes y el ancho de banda de cada portadora de componentes en el enlace ascendente y en el enlace descendente es el mismo.

35 La separación entre las frecuencias centrales de las portadoras de componentes agregadas de manera contigua es un múltiplo de 300 kHz. Esto es para ser compatibles con la trama de 100 kHz de Versión 8 de LTE y al mismo tiempo preservar la ortogonalidad de las subportadoras con 15 kHz de separación. Dependiendo del escenario de agregación, la separación de  $n \times 300$  kHz se puede facilitar mediante la inserción de un número bajo de subportadoras no utilizadas entre portadoras de componentes contiguas.

40 La naturaleza de la agregación de múltiples portadores solo queda expuesta hasta la capa de MAC. Para el enlace ascendente y el enlace descendente se requiere una entidad de HARQ en MAC para cada portadora de componentes agregada. Existe (en ausencia de Múltiple entrada múltiple salida para un solo usuario (SU-MIMO – Single User – Multiple Input Multiple Output, en inglés) para el enlace ascendente) como mucho un bloque de transporte por portadora de componentes. Es necesario mapear un bloque de transporte y sus potenciales retransmisiones de HARQ en la misma portadora de componentes. La estructura de Capa 2 con agregación de portadoras configurada se muestra en la figura 5 y la figura 6 para el enlace descendente y el enlace ascendente respectivamente.

45 Cuando se configura la agregación de portadoras, el equipo de usuario tiene solo una conexión de RRC con la red. En el establecimiento/restablecimiento de la conexión de RRC, una célula proporciona la entrada de seguridad (una ECGI, una PCI y una ARFCN) y la información de movilidad del estrato de no acceso (NAS – Non-Access Stratum, en inglés) (por ejemplo, identificador de área de rastreo (TAI – Tracking Area Identifier, en inglés)), similar a la Versión 8 de LTE. Tras el establecimiento/restablecimiento de la conexión de RRC, la portadora de componentes correspondiente a esa célula se denomina Portadora de componentes primaria de enlace descendente (DL PCC – Downlink Primary Component Carrier, en inglés) en el enlace descendente. Siempre existe solo un PCC de DL y un PCC de UL configurado por equipo de usuario en el modo conectado. Dentro del conjunto de portadoras de componentes configuradas, otras portadoras de componentes se denominan portadoras de componentes secundarias (SCC – Secondary Component Carriers, en inglés).

Las características del PCC de DL y del PCC de UL son:

- el PCC de UL se utiliza para la transmisión de la información de control del enlace ascendente de Capa 1 (L1);
- el PCC de DL no se puede desactivar;
- 5 - el restablecimiento del PCC de DL se activa cuando el PCC de DL experimenta un Fallo del enlace de radio (RLF – Radio Link Failure, en inglés), pero no cuando las SCC de DL experimentan RLF;
- la célula de la PCC de DL puede cambiar con la transferencia;
- la información de NAS se toma de la célula de la PCC de DL.

10 La reconfiguración, adición y eliminación de las portadoras de componentes se puede realizar mediante la señalización de RRC. En la transferencia intra-LTE, RRC puede añadir, eliminar o reconfigurar también portadoras de componentes para su utilización en la célula de objetivo. Cuando se añade una nueva portadora de componentes, se utiliza señalización de RRC dedicada para el envío de información del sistema de la portadora de componentes que es necesaria para la transmisión/recepción de la portadora de componentes (de manera similar a la Versión 8 de LTE para transferencia).

15 Cuando se configura la portadora de componentes, un equipo de usuario se puede planificar sobre múltiples portadoras de componentes simultáneamente, pero como mucho estará en curso un procedimiento de acceso aleatorio a la vez. La planificación de portadoras cruzadas permite que el PDCCH de una portadora de componentes planifique recursos en otra portadora de componentes. Con este propósito, se introduce un campo de identificación de portadora de componentes en los respectivos formatos de DCI (denominado “CIF”). Un enlace entre las portadoras de componentes de enlace ascendente y de enlace descendente permite identificar la portadora de componentes de enlace ascendente para la que aplica la concesión cuando no existe planificación de portadores cruzadas. El enlace de las portadoras de componentes de enlace descendente a las portadoras de componentes de enlace ascendente no necesariamente necesita ser de uno a uno. En otras palabras, más de una portadora de componentes de enlace descendente puede conectarse a la misma portadora de componentes de enlace ascendente. Al mismo tiempo, una portadora de componentes de enlace descendente solo puede conectarse a una portadora de componentes de enlace ascendente.

Activación o desactivación de una portadora de componentes y operación de DRX

20 En agregación de portadoras, siempre que un equipo de usuario está configurado solo con una portadora de componentes, aplica la operación de DRX de la Versión 8 de LTE. En otros casos, la misma operación de DRX aplica a todas las portadoras de componentes configuradas y activadas (es decir, un tiempo activo idéntico para la monitorización de PDCCH). Cuando está en tiempo activo, cualquier portadora de componentes puede siempre planificar el PDSCH en cualquier otra portadora de componentes configurada y activada.

30 Para permitir un consumo de batería razonable del UE cuando está configurada la agregación de portadoras, se introduce un mecanismo de activación/desactivación de portadora de componentes para las SCC de enlace descendente (es decir, la activación/desactivación no aplica al PCC). Cuando una SCC de enlace descendente no está activa, el UE no necesita recibir el PDCCH o el PDSCH correspondientes, ni se requiere realizar mediciones de CQI. A la inversa, cuando una SCC de enlace descendente está activa, el equipo de usuario debe recibir el PDSCH y el PDCCH (si existe), y se espera que pueda realizar mediciones de la CQI. En el enlace ascendente, no obstante, siempre se necesita un equipo de usuario para transmitir sobre el PUSCH en cualquier portadora de componentes de enlace ascendente configurada cuando está planificada en el PDCCH correspondiente (es decir, no existe ninguna activación explícita de portadoras de componentes de enlace ascendente).

Otros detalles del mecanismo de activación/desactivación para las SCC son:

- la activación explícita de las SCC de DL se realiza mediante señalización de MAC;
- la desactivación explícita de las SCC de DL se realiza mediante señalización de MAC;
- la desactivación implícita de las SCC de DL también es posible;
- 45 - las SCC de DL pueden ser activadas y desactivadas individualmente, y una sola orden de activación/desactivación puede activar/desactivar un subconjunto de las SCC de DL configuradas;
- las SCC añadidas al conjunto de CC configuradas están inicialmente “desactivadas”.

Avance de tiempo

50 Tal como se ha mencionado ya anteriormente, para el esquema de transmisión de enlace ascendente del acceso múltiple por división de frecuencia de portadora única de LTE del 3GPP (SC-FDMA) se eligió conseguir un acceso

múltiple ortogonal en tiempo y frecuencia entre los diferentes equipos de usuario que transmiten en el enlace ascendente.

La ortogonalidad del enlace ascendente se mantiene asegurando que las transmisiones desde los diferentes equipos de usuario en una célula están alineadas en el tiempo en el receptor del eNodeB. Esto evita que se produzcan interferencias intra-células, tanto entre los equipos de usuario asignados para transmitir en subtramas consecutivas como entre equipos de usuario que transmiten en subportadoras contiguas. La alineación en el tiempo de las transmisiones de enlace ascendente se consigue aplicando un avance de tiempo en el transmisor del equipo de usuario, con respecto a los tiempos de enlace descendente recibidos, tal como se muestra como ejemplo en la figura 7. La principal función de esto es compensar los diferentes retardos de propagación entre diferentes equipos de usuario.

#### Procedimiento de avance de temporización inicial

Cuando el equipo de usuario está sincronizado con las transmisiones de enlace descendente recibidas desde el eNodeB, el avance de temporización inicial se establece por medio del procedimiento de acceso aleatorio tal como se describe a continuación. El equipo de usuario transmite un preámbulo de acceso aleatorio sobre cuya base el eNodeB puede estimar la temporización del enlace ascendente. El eNodeB responde con una orden de avance de temporización inicial de 11 bits contenida en el mensaje de Respuesta de acceso aleatorio (RAR – Random Access Response, en inglés). Esto permite que el avance de temporización sea configurado por el eNodeB con una granularidad de 0,52  $\mu$ s de 0 a un máximo de 0,67 ms.

Información adicional sobre el control de la temporización del enlace ascendente y el avance de la temporización en el LTE del 3GPP (Versión 8/9) se puede encontrar en el capítulo 20.2 de Stefania Sesia, Issam Toufik y Matthew Baker, "LTE – The UMTS Long Term Evolution: From Theory to Practice", John Wiley & Sons, Ltd. 2009.

#### Actualizaciones en el avance de la temporización

Una vez que el avance de la temporización se ha establecido primero para cada equipo de usuario, el avance de la temporización se actualiza de vez en cuando para compensar los cambios en el tiempo de llegada de las señales del enlace ascendente en el eNodeB. Obteniendo las órdenes de actualización del avance de la temporización, el eNodeB puede medir cualquier señal de enlace ascendente que resulte útil. Los detalles de las mediciones de la temporización del enlace ascendente en el eNodeB no se especifican, sino que se dejan a la implementación del eNodeB.

Las órdenes de actualización del avance de la temporización se generan en la capa de Control de acceso a Medio (MAC – Medium Access Control, en inglés) en el eNodeB y se transmiten al equipo de usuario como elementos de control de MAC que pueden ser multiplexados junto con los datos en el Canal compartido de enlace descendente físico (PDSCH – Physical Downlink Shared CHannel, en inglés). Como la orden de avance de la temporización inicial en la respuesta al preámbulo del Canal de acceso aleatorio (RACH – Random Access CHannel, en inglés), las órdenes actualizadas tienen una granularidad de 0,52  $\mu$ s. El rango de las órdenes actualizadas es  $\pm 16 \mu$ s, permitiendo un cambio de etapa en la temporización del enlace ascendente equivalente a la longitud del prefijo cíclico extendido. Típicamente no se enviarían con una frecuencia mayor de aproximadamente 2 segundos. En la práctica, no es probable que se necesitan actualizaciones rápidas, dado que incluso para un equipo de usuario que se mueve a 500 km/h, el cambio en una longitud de ida y vuelta de la ruta no es mayor de 278 m/s, correspondiente a un cambio en el tiempo de ida y vuelta de 0,93  $\mu$ s/s.

El eNodeB equilibra el coste de enviar las órdenes de actualización regular de la temporización a todos los UE en la célula frente a la capacidad de un UE de transmitir rápidamente cuando llegan datos en su memoria temporal de transmisión. El eNodeB configura, por lo tanto, un temporizador para cada equipo de usuario, que el equipo de usuario reinicia cada vez que se recibe una actualización del avance de la temporización. En caso de que el equipo de usuario no reciba otro avance de temporización (véase también la sección 5.2 del documento TS 36.321 del 3GPP, "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Medium Access Control (MAC) protocol specification", versión 8.9.0, disponible en <http://www.3gpp.org>). En tal caso, con el fin de evitar el riesgo de generar interferencias a las transmisiones de enlace ascendente desde otros equipos de usuario, el UE no está autorizado a realizar otra transmisión de enlace ascendente de ningún tipo y necesita revertir al procedimiento de alineación de temporización inicial con el fin de restaurar la temporización de enlace ascendente.

#### Procedimiento de acceso aleatorio

Un terminal móvil en LTE solo se puede planificar para transmisión de enlace ascendente si su transmisión de enlace ascendente está sincronizada en el tiempo. Por lo tanto, el procedimiento de acceso aleatorio (RACH) realiza una función importante como interfaz entre los terminales móviles (UE) no sincronizados y la transmisión ortogonal del acceso por radio de enlace ascendente.

Esencialmente, el acceso aleatorio en LTE se utiliza para conseguir sincronización en el tiempo del enlace ascendente para un equipo de usuario que no ha obtenido todavía, o ha perdido, su sincronización de enlace ascendente. Una vez que el equipo de usuario ha conseguido sincronización de enlace ascendente el eNodeB

puede planificar los recursos de transmisión de enlace ascendente para ello. Los escenarios siguientes son, por lo tanto, relevantes para el acceso aleatorio:

- un equipo de usuario en estado RRC\_CONECTADO, pero no sincronizado en el enlace ascendente, que desea enviar datos de enlace ascendente nuevos o información de control

5 - un equipo de usuario en estado RRC\_CONECTADO, pero no sincronizado en enlace ascendente, que se necesita que reciba datos de enlace descendente y, por lo tanto, que transmita información de retorno de HARQ correspondiente, es decir, ACK/NACK en el enlace ascendente. Este escenario se denomina asimismo llegada de datos de enlace descendente

10 - un equipo de usuario en estado RRC\_CONECTADO que transfiere desde su célula de servicio actual a una nueva célula de objetivo; con el fin de conseguir sincronización en el tiempo del enlace ascendente en la célula de objetivo, se realiza un procedimiento de acceso aleatorio

- una transición del estado RRC\_HIBERNACIÓN a RRC\_CONECTADO, por ejemplo, para acceso inicial o actualizaciones del área de rastreo

- recuperación desde un fallo del enlace por radio, es decir, establecimiento de la conexión de RRC.

15 Existe un caso adicional más, en el que el equipo de usuario realiza un procedimiento de acceso aleatorio, incluso aunque el equipo de usuario esté sincronizado en el tiempo. En este escenario, el equipo de usuario utiliza el procedimiento de acceso aleatorio con el fin de enviar una solicitud planificada, es decir, un informe del estado de la memoria temporal de enlace ascendente, a su eNodoB, en caso de que no tenga ningún otro recurso de enlace ascendente asignado en el que enviar la solicitud planificada, es decir, el canal dedicado de solicitud de planificación (D-SR – Dedicated Scheduling Request, en inglés) no está configurado.

20 LTE ofrece dos tipos de procedimientos de acceso aleatorio que permiten que el acceso sea basado en resolución de conflictos, es decir, que implica un riesgo de conflicto inherente, o sin resolución de conflictos (no basado en resolución de conflictos). Se debe observar que el acceso aleatorio basado en resolución de conflictos se puede aplicar para los seis escenarios enumerados anteriormente, mientras que un procedimiento de acceso aleatorio no basado en resolución de conflictos solo se puede aplicar para el escenario de llegada de datos de enlace descendente y transferencia.

25 A continuación, se describe con más detalle el procedimiento de acceso aleatorio basado en resolución de conflictos con respecto a la figura 8. Una descripción detallada del procedimiento de acceso aleatorio se puede encontrar asimismo en el documento 36.321 del 3GPP, sección 5.1.

30 La figura 8 muestra el procedimiento de RACH basado en resolución de conflictos de LTE. Este procedimiento consiste en cuatro “etapas”. Primero, el equipo de usuario transmite 801 un preámbulo de acceso aleatorio en el Canal de acceso aleatorio físico (PRACH – Physical Random Access CHannel, en inglés) al eNodoB. El equipo de usuario selecciona el preámbulo del conjunto de preámbulos de acceso aleatorio disponibles reservados por el eNodoB para el acceso basado en resolución de conflictos. En LTE, existen 64 preámbulos por célula que se pueden utilizar para acceso aleatorio no basado en resolución de conflictos, así como basado en resolución de conflictos. El conjunto de preámbulos basados en resolución de conflictos puede estar además subdividido en dos grupos, de tal manera que la elección de preámbulo puede llevar un bit de información para indicar información relativa a la cantidad de recursos de transmisión necesarios para transmitir para la primera transmisión planificada, lo que se denomina msg3 en el documento TS 36.321 (véase la etapa 703). La información del sistema difundida en la célula contiene la información de qué firmas (preámbulos) se encuentran en cada uno de los dos subgrupos del subgrupo correspondiente al tamaño del recurso de transmisión necesario para la transmisión de mensajes 3.

45 Después que el eNodoB ha detectado un preámbulo de RACH, envía 802 un mensaje de Respuesta de acceso aleatorio (RAR – Random Access Response, en inglés) en el PDSCH (Physical Downlink Shared CHannel, en inglés) dirigido en el PDCCH, identificando la RA-RNTI (de Acceso aleatorio) el intervalo de tiempo-frecuencia en el que se ha detectado el preámbulo. Si varios equipos de usuario transmitiesen el mismo preámbulo de RACH en el mismo recurso del PRACH, lo que se denominaría también conflicto, recibirían la misma respuesta de acceso aleatorio.

50 El mensaje de RAR contiene el preámbulo de RACH detectado, una orden de alineamiento de temporización (TA command – Timing Alignment command, en inglés) para la sincronización de subsiguientes transmisiones de enlace ascendente, una asignación de recursos de enlace ascendente (concesión) para la transmisión de la primera transmisión planificada (véase la etapa 803) y una asignación de un Identificador temporal de red de radio de célula temporal (T-CRNTI – Temporary-Cell Radio Network Temporary Identifier, en inglés). Este T-CRNTI es utilizado por el eNodoB con el fin de dirigir el móvil o los móviles cuyo preámbulo de RACH se hubiese detectado hasta la finalización del procedimiento de RACH, dado que en este momento el eNodoB no conoce todavía la identidad “real” del móvil.

55

Además, el mensaje de RAR puede contener asimismo un llamado indicador de abandonar, que el eNodoB puede establecer para dar instrucciones al equipo de usuario para abandonar durante un periodo de tiempo antes de reintentar un intento de acceso aleatorio. El equipo de usuario monitoriza el PDCCH para recepción de respuestas de acceso aleatorio dentro de una ventana de tiempo dada, que el eNodoB configura. En caso de que el equipo de usuario no reciba una respuesta de acceso aleatorio dentro de la ventana de tiempo configurada, retransmite el preámbulo en la siguiente oportunidad del PRACH considerando un periodo de abandono potencial.

En respuesta al mensaje de RAR recibido desde el eNodoB, el equipo de usuario transmite 803 la primera transmisión de enlace ascendente planificada en los recursos asignados por la concesión en la repuesta de acceso aleatorio. Esta transmisión de enlace ascendente planificada contiene el mensaje del procedimiento de acceso aleatorio real, como por ejemplo una solicitud de conexión de RRC, actualización del área de rastreo o un informe del estado de la memoria temporal. Además, incluye bien el C-RNTI para los equipos de usuario en modo RRC\_CONECTADO o la identidad de usuario de 48 bits única si los equipos de usuario están en un modo de RRC\_HIBERNACIÓN. En caso de que se haya producido un conflicto de preámbulos, es decir, varios equipos de usuario han enviado el mismo preámbulo en el mismo recurso del PRACH, los equipos de usuario que entran en conflicto recibirán el mismo T-CRNTI en la respuesta de acceso aleatorio, y entrarán también en conflicto en los mismos recursos de enlace ascendente cuando transmiten 803 su transmisión planificada. Esto puede resultar en la interferencia de que no se puede descodificar ninguna transmisión desde el equipo de usuario que entra en colisión en el eNodoB, y que los equipos de usuario reiniciarán el procedimiento de acceso aleatorio tras haber alcanzado el número máximo de retransmisiones para su transmisión planificada. En caso de que el eNodoB haya descodificado correctamente la transmisión planificada desde un equipo de usuario, el conflicto permanece sin resolver para los otros equipos de usuario.

Para la resolución de este tipo de conflicto, el eNodoB envía 804 un mensaje de resolución de conflicto dirigido al C-RNTI o al C-RNTI Temporal y, en el último caso, retransmite la identidad del equipo de usuario de 48 bits contenida en la transmisión planificada. Soporta HARQ. En caso de conflicto seguido por una correcta descodificación del mensaje enviado en la etapa 803, la información de retorno de HARQ (ACK) solo se transmite por parte del equipo de usuario que detecta su propia identidad, bien C-RNTI o ID de equipo de usuario único. Otros UE comprenden que ha habido un conflicto en la etapa 1 y pueden salir rápidamente del procedimiento de RACH actual e iniciar otro.

La figura 9 ilustra el procedimiento de acceso aleatorio sin conflictos de las versiones 8/9 de LTE del 3GPP. En comparación con el procedimiento basado en resolución de conflictos, el procedimiento de acceso aleatorio sin conflictos se simplifica. El eNodoB proporciona 901 al equipo de usuario el preámbulo a utilizar para el acceso aleatorio, de tal manera que no haya riesgo de conflicto, es decir, que varios equipos de usuario transmitan el mismo preámbulo. De acuerdo con ello, el equipo de usuario envía 902 el preámbulo que fue señalado por el eNodoB en el enlace ascendente en un recurso del PRACH. Dado que el caso de que varios UE estén enviando el mismo preámbulo se evita para un acceso aleatorio sin conflictos, no es necesaria ninguna resolución de conflictos, lo que a su vez implica que la etapa 804 del procedimiento basado en resolución de conflictos mostrado en la figura 8 se puede omitir. Esencialmente un equipo de usuario de acceso aleatorio sin conflictos finaliza tras haber recibido correctamente la respuesta de acceso aleatorio.

Avance de temporización y agregación de portadoras de componentes en el enlace ascendente

En las especificaciones actuales de los estándares del 3GPP, el equipo de usuario solo mantiene un valor de avance de temporización y aplica este a las transmisiones de enlace ascendente en todas las portadoras de componentes agregadas. Cuando se agregan portadoras de componentes de diferentes bandas, pueden experimentar diferentes características de interferencia y cobertura.

Además, el despliegue de tecnologías como los Repetidores selectivos de frecuencia (FSR – Frequency Selective Repeaters, en inglés) tal como se muestra por ejemplo en la figura 11 y las Cabezas de radio remotas (RRH – Remote Radio Heads, en inglés) tal como se muestra por ejemplo en la figura 12, provocarán diferentes escenarios de interferencia y propagación para las portadoras de componentes agregadas. Esto conduce a la necesidad de introducir más de un avance de temporización en un equipo de usuario.

Esto conduce a la necesidad de introducir más de un avance de temporización en un UE. Podría haber un avance de temporización separado para cada portadora de componentes agregada. Otra opción es que las portadoras de componentes que se derivan de la misma ubicación y por ello experimentan todas, un retardo de propagación similar, sean agrupadas en grupos de avance de temporización (grupos de TA). Para cada grupo se mantiene una temporización avanzada separada.

Ha habido ya discusiones en el 3GPP acerca de este problema, pero un avance de temporización único para todas las portadoras de componentes de enlace ascendente agregadas se considera suficiente, dado que las especificaciones actuales hasta la Versión 10 del LTE-A del 3GPP soportan solo agregación de portadoras de componentes de la misma banda de frecuencia.

De acuerdo con ello, es necesario considerar la priorización de diferentes tipos de transmisiones de enlace ascendente en una pluralidad de portadoras de componentes durante un mismo intervalo de tiempo de transmisión

(TTI). Por ejemplo, cuando un equipo de usuario (UE) está en estado de potencia limitada, ciertas reglas necesitan determinar qué transmisión de enlace ascendente debe recibir la potencia disponible.

El documento US 2008/268893 A1 se refiere a una mejora del procedimiento de RACH para LTE versión 8 para una reducción de la interferencia intracelular. Mas específicamente, se consideran medidas para reducir un fenómeno llamado "efecto fiesta", lo que evitará que la potencia de transmisión de un RACH inicial se establezca en un valor máximo en cada célula.

SAMSUNG: El documento "UL Transmission Power Control in LTE-A", BORRADOR del 3GPP; R1-093395 LTE-A TPC, 3RD GENERATION PARTNERSHIP PROJECT (3GPP), CENTRO DE COMPETENCIA PARA MÓVILES; 650, ROUTE DES LUCIOLES; F-06921 SOPLHIA-ANTIPOLIS CEDEX; FRANCIA, 19 de agosto de 2009 (2009-08-19), se refiere al control de la potencia de transmisión TPC, aspectos para PUSCH, para PUCCH y para SRS en LTE-Avanzada. En particular, en conexión con las transmisiones del PUSCH, se describe que cuando se alcanza la máxima potencia de transmisión, el UE necesita reducir la potencia de transmisión del PUSCH en todas o algunas de las CC (Portadora de componentes – Component Carrier, en inglés). Limitaciones similares se describen para las transmisiones del PUCCH en diferentes CC, y para transmisiones de SRS en múltiples CC de UL.

### 15 **Compendio de la invención**

Un objeto de la invención es proponer estrategias de cómo utiliza un terminal la potencia de transmisión disponible para las transmisiones de enlace ascendente de varios bloques de transporte dentro de un intervalo de tiempo de transmisión en caso de que un terminal móvil tenga la potencia limitada, es decir, la potencia de transmisión que se requeriría para la transmisión de los diferentes bloques de transporte dentro del intervalo de tiempo de transmisión de acuerdo con las asignaciones de recursos de enlace ascendente supera la potencia de transmisión disponible para las transmisiones de enlace ascendente dentro de un intervalo de tiempo de transmisión.

Otro objeto de la invención es proponer estrategias y métodos de cómo utiliza un terminal móvil la potencia de transmisión disponible para las transmisiones de enlace ascendente dentro de un intervalo de tiempo de transmisión en situaciones de potencia limitada, es decir, en situaciones en las que la potencia de transmisión que se podría requerir para la transmisión a través de un canal de acceso aleatorio físico (PRACH) y el canal compartido de enlace ascendente físico (PUSCH)/canal de control de enlace ascendente físico (PUCCH) supera la potencia de transmisión disponible para las transmisiones de enlace ascendente dentro del intervalo de tiempo de transmisión dado.

Otro objeto de la invención es proponer estrategias y métodos de cómo se puede reducir el retardo impuesto por los procedimientos de RACH para las portadoras de componentes de enlace ascendente que se deben alinear en el tiempo, en los sistemas que utilizan agregación de portadoras en el enlace ascendente.

Al menos uno de estos objetos se resuelve mediante el asunto principal de las reivindicaciones independientes. Realizaciones ventajosas están sujetas a las reivindicaciones dependientes.

Un primer aspecto de la invención es la priorización de la asignación de potencia para bloques de transporte individuales correspondientes a varias asignaciones de recursos de enlace ascendente en el control de la potencia. Este aspecto es aplicable concretamente a situaciones en las que el terminal móvil está limitado en potencia. De acuerdo con este aspecto de la invención, el orden de procesamiento de las asignaciones de recursos de enlace ascendente (orden de prioridad) en las portadoras de componentes de enlace ascendente se utiliza para determinar el escalado de la potencia para la asignación de potencia de los bloques de transporte a transmitir en las respectivas portadoras de componentes en el enlace ascendente. En situaciones de potencia limitada, el terminal móvil reduce la potencia de transmisión para la transmisión de cada uno de los bloques de transporte de acuerdo con la prioridad del bloque de transporte respectivo dado por el orden de prioridad, de tal manera que la potencia de transmisión total utilizada para las transmisiones de los bloques de transporte resulta ser menor o igual que la máxima potencia de transmisión disponible para el terminal móvil para transmitir los bloques de transporte.

De acuerdo con una implementación de ejemplo el escalado de la potencia de transmisión reduce la potencia de transmisión, tiene en cuenta la prioridad de la asignación de recursos de un/una bloque de transporte/portadora de componentes respectivo/respectiva en el/la que el bloque de transporte respectivo se va a transmitir, dada por el orden de prioridad/procesamiento en el que la transmisión de los bloques de transporte que tienen alta prioridad debe ser efectuada mediante la reducción de la potencia de transmisión. Ventajosamente, cuanto menor (mayor) sea la prioridad de la asignación de recursos/portadora de componentes de acuerdo con el orden de prioridad, mayor (menor) será la reducción de potencia aplicada a la potencia de transmisión para el bloque de transporte requerido por su asignación de recursos de enlace ascendente correspondiente. De manera ideal, la potencia de transmisión de los bloques de transporte de alta prioridad no se debe reducir, si es posible, sino que primero se debe intentar obtener la reducción de la potencia de transmisión para alcanzar una potencia de transmisión máxima disponible para el terminal móvil, para la transmisión de los bloques de transporte, mediante la limitación de la potencia de transmisión para las transmisiones de los bloques de transporte de prioridad baja.

Un segundo aspecto de la invención es la priorización de la asignación de potencia para transmisiones de enlace ascendente simultáneas por medio de diferentes canales físicos (es decir, existen múltiples transmisiones de enlace



ascendente en el mismo intervalo de tiempo de transmisión). Ejemplos para los canales físicos que permiten transmisiones de enlace ascendente son el canal compartido de enlace ascendente físico (PUSCH), el canal de control del enlace ascendente físico (PUCCH) y el canal de acceso aleatorio físico (PRACH). La priorización de la asignación de potencia para la transmisión de enlace ascendente a través de diferentes canales físicos permite asignar potencias de transmisión individuales. Esta asignación de potencia puede ser independiente de la portadora de componentes en la que se envía una transmisión de enlace ascendente respectiva.

De acuerdo con este segundo aspecto, se pueden utilizar diferentes niveles de potencia de transmisión para transmisiones de enlace ascendente simultáneas a través de un canal de acceso aleatorio físico (PRACH) y a través de un canal compartido de enlace ascendente físico (PUSCH). De manera alternativa, el segundo aspecto de la invención se puede utilizar asimismo para escalar individualmente la potencia de transmisión para transmisiones de enlace ascendente simultáneas a través de un canal de acceso aleatorio físico (PRACH) y a través de un canal de control de enlace ascendente físico (PUCCH). El escalado de la potencia de transmisión para las transmisiones de enlace ascendente sobre la base de una priorización de los canales físicos se puede utilizar, por ejemplo, para mejorar la SINR de la transmisión de enlace ascendente respectiva a través del canal físico priorizado. Por ejemplo, una reducción de la potencia de transmisión para las transmisiones de enlace ascendente basada en la priorización de los canales físicos puede permitir al terminal móvil alcanzar una restricción de potencia dada, si el terminal móvil se encuentra en una situación de potencia limitada.

En una realización de ejemplo de la invención que está en línea con el segundo aspecto de la invención, la potencia de transmisión para las transmisiones de canal compartido de enlace ascendente físico (PUSCH) y/o las transmisiones de canal de acceso aleatorio físico (PRACH) se reduce de acuerdo con una priorización respectiva de los canales correspondientes. En este contexto, bien la potencia de transmisión para las transmisiones de canal compartido de enlace ascendente físico (PUSCH) se prioriza sobre la potencia de transmisión para las transmisiones de canal de acceso aleatorio físico (PRACH) o viceversa. Ventajosamente, cuanto menor (mayor) sea la prioridad de la transmisión del canal físico, mayor (menor) será la reducción de potencia aplicada a la potencia de transmisión para transmitir a través del canal físico. De manera ideal, para alcanzar una restricción de la potencia de transmisión en una situación de potencia limitada, se puede intentar primero limitar la potencia de transmisión para las transmisiones del canal físico de baja prioridad y, a continuación – si la restricción de la transmisión no se alcanza todavía – también se puede limitar la potencia de transmisión para las transmisiones del canal físico de mayor prioridad.

Un tercer aspecto de la invención es ajustar la potencia de transmisión utilizada para realizar los procedimientos de acceso aleatorio (RACH) basándose en el número de procedimientos de RACH necesarios para la alineación en el tiempo de varias portadoras de componentes de enlace ascendente. Dependiendo del número de portadoras de componentes de enlace ascendente que deben ser alineadas en el tiempo, un terminal móvil realiza uno o más procedimientos de RACH para la alineación en el tiempo de las portadoras de componentes de enlace ascendente. Un procedimiento de RACH necesita procesar recursos e introduce restricciones en las transmisiones de enlace ascendente que un terminal móvil puede realizar en paralelo. De este modo, puede resultar deseable realizar el menor número posible de procedimientos de RACH. Ajustar la potencia de transmisión basándose en el número de procedimientos de RACH necesarios puede mejorar la probabilidad de éxito de cada uno de los procedimientos de RACH necesarios. Debido a una mayor probabilidad de éxito de los procedimientos de RACH, el retardo introducido por los procedimientos de RACH para la alineación en el tiempo de las portadoras de componentes de enlace ascendente se reduce.

De acuerdo con una realización de ejemplo, un equipo de usuario podría utilizar la potencia de transmisión de uno o más procedimientos de RACH que no son necesarios (es decir, que son superfluos y, por ello, no se realizan) para ajustar la potencia de transmisión para realizar solo los procedimientos de RACH necesarios para la alineación en el tiempo de varias portadoras de componentes de enlace ascendente mejora la probabilidad de éxito de cada uno de los procedimientos de RACH.

Los aspectos primero, segundo y tercero de esta invención se pueden combinar fácilmente entre sí y pueden utilizar el mismo orden de prioridad/procesamiento de las asignaciones de recursos en la generación del bloque de transporte (priorización de canales lógicos) y de la transmisión del enlace ascendente en un canal de acceso aleatorio físico (PRACH) y el escalado de la potencia de las transmisiones de los bloques de transporte generados y de la transmisión en un canal de acceso aleatorio físico (PRACH) en el enlace ascendente.

De acuerdo con una implementación de ejemplo de la invención en línea con los aspectos primero y segundo de la invención, se prevé un método para ajustar la potencia de transmisión utilizada por un terminal móvil para las transmisiones de enlace ascendente, en el que el terminal móvil está configurado con al menos una portadora de componentes de enlace ascendente primera y una segunda. El terminal móvil determina una potencia de transmisión necesaria para la transmisión de un bloque de transporte  $P_{\text{PUSCH}(i)}$  a través de un canal compartido de enlace ascendente físico en la primera portadora de componentes de enlace ascendente. Además, el terminal móvil determina una potencia de transmisión necesaria para la transmisión de un preámbulo de acceso aleatorio  $P_{\text{PRACH}(i)}$  a través de un canal de acceso aleatorio físico en la segunda portadora de componentes del enlace ascendente. Además, el terminal móvil reduce la potencia de transmisión determinada para la transmisión en el canal compartido de enlace ascendente físico y/o la transmisión en el canal de acceso aleatorio físico de acuerdo con una priorización

entre la potencia de transmisión para la transmisión del canal compartido de enlace ascendente físico y la potencia de transmisión para la transmisión en el canal de acceso aleatorio físico, y transmite el bloque de transporte en la primera portadora de componentes del enlace ascendente y el preámbulo de acceso aleatorio en la segunda portadora de componentes de enlace ascendente dentro de un intervalo de tiempo de transmisión  $i$ , utilizando las potencias de transmisión respectivas.

En una implementación de ejemplo, el terminal móvil puede determinar además una potencia de transmisión necesaria para la transmisión de otro bloque de transporte a través de un canal compartido de enlace ascendente físico en una tercera portadora de componentes. Las potencias de transmisión para la transmisión de cada bloque de transporte  $P_{\text{PUSCH}_c(i)}$  se determinan de acuerdo con la portadora de componentes de enlace ascendente correspondiente  $c$ , en la que las portadoras de componentes de enlace ascendente tienen un orden de prioridad. Además, el terminal móvil reduce la potencia de transmisión determinada para la transmisión de cada bloque de transporte  $w_c \cdot P_{\text{PUSCH}_c(i)}$  de acuerdo con el orden de prioridad, en el que  $w_c \in [0, \dots, 1]$ ; y transmite cada bloque de transporte utilizando la potencia de transmisión reducida respectiva.

En una implementación más detallada, la potencia de transmisión para la transmisión a través de un canal compartido de enlace ascendente físico se prioriza sobre la potencia de transmisión para la transmisión a través de un canal de acceso aleatorio físico. En este caso, el terminal móvil primero reduce la potencia de transmisión determinada  $P_{\text{PRACH}(i)}$  para la transmisión del preámbulo de acceso aleatorio a través del canal de acceso aleatorio físico y, a continuación, reduce la potencia de transmisión  $\sum_c P_{\text{PUSCH}_c(i)}$  para la transmisión de cada bloque de transporte a través de los canales compartidos de enlace ascendente físicos en las portadoras de componentes de enlace ascendente dentro del intervalo de tiempo de transmisión  $i$ .

Además, en otra realización de ejemplo de la invención, la potencia de transmisión de las transmisiones en el canal de acceso aleatorio físico se prioriza sobre la potencia de transmisión de las transmisiones en el canal compartido de enlace ascendente físico. En este caso, el terminal móvil reduce la potencia de transmisión  $\sum_c P_{\text{PUSCH}_c(i)}$  para la transmisión a través de los canales compartidos de enlace ascendente físicos en las portadoras de componentes de enlace ascendente, utiliza la potencia de transmisión  $P_{\text{PRACH}(i)}$  determinada para la transmisión a través del canal de acceso aleatorio físico, y utiliza una potencia de transmisión  $P_{\text{PUSCH}(i)}$  no reducida para la transmisión en un canal de control de enlace ascendente físico dentro del intervalo de tiempo de transmisión  $i$ .

En otra realización de ejemplo de la invención, el terminal móvil reduce las potencias de transmisión determinadas, de tal manera que la suma de las potencias de transmisión determinadas es menor o igual que una potencia de transmisión máxima disponible  $P_{\text{MAX}}$  al terminal móvil para la transmisión en las portadoras de componentes de enlace ascendente dentro del intervalo de tiempo de transmisión  $i$ .

En otra realización de ejemplo de la invención, el terminal móvil determina además una potencia de transmisión necesaria para la transmisión de otro preámbulo de acceso aleatorio a través de un canal de acceso aleatorio físico en una cuarta portadora de componentes de enlace ascendente dentro del intervalo de tiempo de transmisión  $i$ . Las potencias de transmisión para la transmisión de cada preámbulo de acceso aleatorio  $P_{\text{PRACH}_c(i)}$  se determinan de acuerdo con la portadora de componentes de enlace ascendente  $c$  correspondiente, donde las portadoras de componentes de enlace ascendente tienen un orden de prioridad. Además, el terminal móvil reduce las potencias de transmisión determinadas para la transmisión de cada preámbulo de acceso aleatorio  $w_c \cdot P_{\text{PRACH}_c(i)}$  de acuerdo con el orden de prioridad, donde  $w_c \in [0, \dots, 1]$ ; y transmite cada preámbulo de acceso aleatorio utilizando la potencia de transmisión reducida respectiva.

En otra implementación más detallada, a cada portadora de componentes de enlace ascendente se le asigna un índice de célula, y el terminal móvil reduce la potencia de transmisión determinada para la transmisión de cada preámbulo de acceso aleatorio  $w_c \cdot P_{\text{PRACH}_c(i)}$  basándose en el orden de prioridad dado por los índices de células de las portadoras de componentes de enlace ascendente.

Además, en otra implementación de ejemplo de la invención, el terminal móvil está configurado con una portadora de componentes de enlace ascendente como portadora de componentes primaria, y con cualquier otra portadora de componentes de enlace ascendente como portadora de componentes secundaria. En este caso, el terminal móvil reduce la potencia de transmisión determinada para la transmisión de cada preámbulo de acceso aleatorio  $w_c \cdot P_{\text{PRACH}_c(i)}$ , donde la portadora de componentes primaria se prioriza sobre cualquiera otra portadora de componentes secundaria.

De acuerdo con otra implementación de la invención, el terminal móvil reduce la potencia de transmisión para la transmisión de cada preámbulo de acceso aleatorio  $w_c \cdot P_{\text{PRACH}_c(i)}$ , se basa en una marca para cada preámbulo de acceso aleatorio. La marca indica para cada preámbulo de acceso aleatorio a transmitir si una solicitud de transmisión del respectivo preámbulo de acceso aleatorio se recibió o no previamente para la portadora de componentes de enlace ascendente correspondiente por parte del terminal.

5 En otra realización de la invención, el terminal móvil determina la potencia de transmisión para la transmisión de un preámbulo de acceso aleatorio a través de un canal de acceso aleatorio físico en cada una de las portadoras de componentes segunda y cuarta, utilizando un primer desfase  $P_{0\_PRACH}$ , en caso de que la portadora de componentes de enlace ascendente que se debe alinear en el tiempo y las portadoras de componentes de enlace ascendente ya alineadas en el tiempo pertenezcan a un mismo grupo de avances de temporización; y un segundo desfase  $P_{0\_PRACH}$  múltiple, en caso de que la portadora de componentes de enlace ascendente que se debe alinear en el tiempo y las portadoras de componentes de enlace ascendente ya alineadas en el tiempo pertenezcan a más de un grupo de avances de temporización.

10 En una implementación más detallada de la invención, el primer desfase  $P_{0\_PRACH}$  y el segundo desfase  $P_{0\_PRACH}$  múltiple son señalizados al terminal móvil por una estación de base.

15 En otra realización de ejemplo, el terminal móvil determina la potencia de transmisión para la transmisión de un preámbulo de acceso aleatorio a través de un canal de acceso aleatorio físico en una portadora de componentes de enlace ascendente que se va a alinear en el tiempo incluye la reutilización de una etapa de rampa de potencia determinada previamente  $N_c$  para la portadora de componentes de enlace ascendente correspondiente o la reutilización de una etapa de rampa de potencia determinada previamente  $N_{-c}$  para una portadora de componentes de enlace ascendente diferente. El terminal móvil utiliza la etapa de rampa de potencia  $N_c$  y/o  $N_{-c}$  para una rampa de la potencia de transmisión de transmisiones consecutivas del preámbulo de acceso aleatorio.

20 Además, en una implementación detallada, el terminal móvil determina la potencia de transmisión para la transmisión de un preámbulo de acceso aleatorio a través de un canal de acceso aleatorio físico en una portadora de componentes de enlace ascendente mediante:

$$P_{PRACH_c}(i) = \min\{P_{0\_PRACH} - PL(i) + (N - 1)\Delta_{RACH} + \Delta_{Preámbulo}, P_{MAX}\}$$

en la que  $N \in \{N_c, N_{-c}\}$ , en caso de que la portadora de componentes de enlace ascendente esté alineada en el tiempo y las portadoras de componentes de enlace ascendente ya alineadas en el tiempo pertenezcan a un mismo grupo de avances de temporización; y

25 
$$P_{PRACH_c}(i) = \min\{P_{0\_PRACH\text{múltiple}} - PL(i) + (N - 1)\Delta_{RACH} + \Delta_{Preámbulo}, P_{MAX}\}$$

en la que  $N \in \{N_c, N_{-c}\}$ , en caso de que la portadora de componentes de enlace ascendente esté alineada en el tiempo y las portadoras de componentes de enlace ascendente ya alineadas en el tiempo pertenezcan a más de un grupo de avances de temporización.

30 En otra realización de la invención, el terminal móvil añade un desfase de pre-escalado  $\Delta_{desfase_c}$  que depende de la estación de base, que ha sido recibido por el terminal móvil desde una estación de base para una portadora de componentes  $c$  de enlace ascendente para ajustar la prioridad para la transmisión de preámbulos de acceso aleatorio en la portadora de componentes de enlace ascendente respectiva.

35 Además, en una implementación detallada de la invención, el terminal móvil determina la potencia de transmisión para la transmisión de un preámbulo de acceso aleatorio a través de un canal de acceso aleatorio físico en una portadora de componentes de enlace ascendente mediante:

$$P_{PRACH_c}(i) = \min\{P_{0\_PRACH} - PL(i) + (N - 1)\Delta_{RACH} + \Delta_{Preámbulo} + \Delta_{desfase_c}, P_{MAX}\}$$

en la que  $N \in \{N_c, N_{-c}\}$ , en caso de que la portadora de componentes de enlace ascendente esté alineada en el tiempo y las portadoras de componentes de enlace ascendente ya alineadas en el tiempo pertenezcan a un mismo grupo de avances de temporización; y

40 
$$P_{PRACH_c}(i) = \min\{P_{0\_PRACH\text{múltiple}} - PL(i) + (N - 1)\Delta_{RACH} + \Delta_{Preámbulo} + \Delta_{desfase_c}, P_{MAX}\}$$

en la que  $N \in \{N_c, N_{-c}\}$ , en caso de que la portadora de componentes de enlace ascendente esté alineada en el tiempo y las portadoras de componentes de enlace ascendente ya alineadas en el tiempo pertenezcan a más de un grupo de avances de temporización.

45 De acuerdo con otra implementación de ejemplo de la invención, en línea con los aspectos segundo y tercero e la invención, se prevé un método para ajustar la potencia de transmisión utilizada por un terminal móvil para uno o más

- 5 procedimientos de RACH, en el que el canal de acceso aleatorio físico está autorizado a un acceso de RACH en varias portadoras de componentes de enlace ascendente. El terminal móvil determina, para las portadoras de componentes de enlace ascendente que se van a alinear en el tiempo, el número de procedimientos de RACH necesarios para la alineación en el tiempo de las portadoras de componentes de enlace ascendente. Además, el terminal móvil realiza el número determinado de procedimientos de RACH necesarios para la alineación en el tiempo de las portadoras de componentes de enlace ascendente, en el que una potencia de transmisión para todos los uno o más procedimientos de RACH se determina de acuerdo con el número de procedimientos de RACH necesarios determinado.
- 10 En una implementación más avanzada, el terminal móvil determina la potencia de transmisión para todos los uno o más procedimientos de RACH utilizando un primer desfase  $P_{0\_PRACH}$ , en caso de determinar un procedimiento de RACH necesario, y utilizando un segundo diferente desfase  $P_{0\_PRACH\_múltiple}$ , en caso de determinar más de un procedimiento de RACH necesario, teniendo el segundo desfase  $P_{0\_PRACH\_múltiple}$  un valor superior al del primer desfase  $P_{0\_PRACH}$ .
- 15 De acuerdo con otra realización alternativa, el terminal móvil está configurado con una portadora de componentes de enlace ascendente como portadora de componentes primaria, y con cualquier otra portadora de componentes de enlace ascendente como portadora de componentes secundaria. El terminal móvil determina la potencia de transmisión para los procedimientos de RACH utilizando un primer desfase  $P_{0\_PRACH}$ , en caso de que un procedimiento de RACH se realice en la portadora de componentes primaria, y utilizando un segundo, diferente desfase  $P_{0\_PRACH\_múltiple}$ , en caso de que uno o más procedimientos de RACH se deban realizar en la portadora de
- 20 componentes secundaria, teniendo el segundo  $P_{0\_PRACH\_múltiple}$  un valor mayor que el primer desfase  $P_{0\_PRACH}$ .
- En otra implementación, el terminal móvil determina el número de procedimientos de RACH sobre la base de un número de grupos de avance de temporización diferentes a los que pertenecen las citadas portadoras de componentes de enlace ascendente que se deben alinear en el tiempo.
- 25 De acuerdo con otra implementación de la invención, cada uno de los uno o más procedimientos de RACH necesarios se realiza en portadoras de componentes de enlace ascendente que pertenecen a diferentes grupos de avance de temporización entre las portadoras de componentes de enlace ascendente que se deben alinear en el tiempo.
- En otra realización, el número identificado de los procedimientos de RACH necesarios es igual al número de grupos de avance de temporización diferentes de la pluralidad de portadoras de componentes de enlace ascendente que se deben alinear en el tiempo.
- 30 Además, en otra implementación, las portadoras de componentes de enlace ascendente que se deben alinear en el tiempo son portadoras de componentes de enlace ascendente activadas en el terminal móvil.
- En una implementación más detallada, la alineación en el tiempo de las portadoras de componentes de enlace ascendente comprende la configuración de un valor de avance de temporización por cada grupo de avances de temporización.
- 35 De acuerdo con otra realización de ejemplo de la invención, el número de procedimientos de RACH necesarios corresponde al número de grupos de avance de temporización a los que pertenecen las portadoras de componentes de enlace ascendente que se deben alinear en el tiempo, excluyendo aquellos grupos de avance de temporización para los que el terminal móvil ya está alineado en el tiempo.
- 40 Además, se debe observar que, por supuesto, los diferentes criterios y reglas resumidos anteriormente se podrían combinar arbitrariamente entre sí para ajustar la potencia de transmisión que el terminal móvil debe utilizar para las transmisiones de enlace ascendente.
- 45 De acuerdo con otra implementación de ejemplo de la invención en línea con los aspectos primero y segundo de la invención, se prevé un terminal móvil para controlar la potencia de transmisión para las transmisiones de enlace ascendente, en el que el terminal móvil está configurado con al menos una portadora de componentes de enlace ascendente primera y una segunda.
- 50 El terminal móvil comprende una unidad de procesamiento para determinar una potencia de transmisión necesaria para la transmisión de un bloque de transporte  $P_{PUSCH}(i)$  a través de un canal compartido de enlace ascendente físico en la primera portadora de componentes de enlace ascendente, y para determinar una potencia de transmisión necesaria para la transmisión de un preámbulo de acceso aleatorio  $P_{PRACH}(i)$  a través de un canal de acceso aleatorio físico en la segunda portadora de componentes de enlace ascendente. Además, el terminal móvil incluye una unidad de control de la potencia para reducir la potencia de transmisión determinada para la transmisión en el canal compartido de enlace ascendente físico y/o la transmisión en el canal de acceso aleatorio físico de acuerdo con una priorización entre la potencia de transmisión para la transmisión del canal compartido de enlace ascendente físico y la potencia de transmisión para la transmisión del canal de acceso aleatorio físico. El terminal móvil tiene
- 55 asimismo un transmisor para la transmisión del bloque de transporte en la primera portadora de componentes de

enlace ascendente y el preámbulo de acceso aleatorio en la segunda portadora de componentes de enlace ascendente dentro de un intervalo de tiempo de transmisión  $i$ , utilizando la potencia de transmisión respectiva.

De acuerdo con una implementación más detallada de la invención, el terminal móvil comprende además una unidad de procesamiento adaptada para determinar una potencia de transmisión necesaria para la transmisión de otro preámbulo de acceso aleatorio a través de un canal de acceso aleatorio físico en una cuarta portadora de componentes de enlace ascendente dentro del intervalo de tiempo de transmisión  $i$ , y las potencias de transmisión para la transmisión de cada preámbulo de acceso aleatorio  $P_{PRACHc(i)}$  se determinan de acuerdo con la portadora de componentes de enlace ascendente correspondiente  $c$ , teniendo las portadoras de componentes de enlace ascendente un orden de prioridad. El terminal móvil tiene asimismo una unidad de control de la potencia adaptada para reducir las potencias de transmisión determinadas además incluye reducir las potencias de transmisión determinadas para la transmisión de cada preámbulo de acceso aleatorio  $w_c \cdot P_{PRACHc(i)}$  de acuerdo con el orden de prioridad, en el que  $w_c \in [0, \dots, 1]$ ; y en el que el transmisor está adaptado para transmitir cada preámbulo de acceso aleatorio utilizando la potencia de transmisión reducida respectiva.

Otra realización de la invención, en línea con los aspectos segundo y tercero de la invención, es prever un terminal móvil para ajustar la potencia de transmisión utilizada por un terminal móvil para uno o más procedimientos de RACH, estando el terminal móvil autorizado al acceso en varias portadoras de componentes de enlace ascendente. El terminal móvil incluye medios para determinar, para las portadoras de componentes de enlace ascendente que se deben alinear en el tiempo, el número de procedimientos de RACH necesarios para la alineación en el tiempo de las portadoras de componentes de enlace ascendente. El terminal móvil comprende además medios para realizar el número de procedimientos de RACH determinados necesario para la alineación en el tiempo de portadoras de componentes de enlace ascendente, en el que una potencia de transmisión para todos los uno o más procedimientos de RACH se determina de acuerdo con el número determinado de procedimiento de RACH necesarios.

De acuerdo con otra realización de la invención, se prevé una estación de base para su utilización con el terminal móvil que realiza un método para ajustar la potencia de transmisión para la transmisión de preámbulos de acceso aleatorio a través de canales de acceso aleatorio físicos en portadoras de componentes de enlace ascendente. La estación de base incluye una unidad de control de la potencia configurada para señalar un desfase  $P_{0\_PRACH\_multiple}$  al terminal móvil, en el que el desfase  $P_{0\_PRACH\_multiple}$  es utilizado por el terminal móvil para determinar una potencia de transmisión para la transmisión de un preámbulo de acceso aleatorio en caso de que la portadora de componentes de enlace ascendente que se debe alinear en el tiempo y las portadoras de componentes de enlace ascendente ya alineadas en el tiempo pertenezcan a más de un grupo de avances de temporización. La estación de base tiene asimismo una unidad de recepción para la recepción de preámbulos de acceso aleatorio en las portadoras de componentes de enlace ascendente con una potencia de transmisión que ha sido determinada por el terminal móvil utilizando el desfase  $P_{0\_PRACH\_multiple}$ .

En una implementación detallada de ejemplo, la estación de base comprende además una unidad de control de la potencia que está configurada además para señalar otro desfase  $P_{0\_PRACH}$  al terminal móvil, en el que el otro desfase  $P_{0\_PRACH}$  es utilizado por el terminal móvil para determinar una potencia de transmisión para un preámbulo de acceso aleatorio en caso de que la portadora de componentes de enlace ascendente que se deben alinear en el tiempo y las portadoras de componentes de enlace ascendente ya alineadas en el tiempo pertenezcan a un mismo grupo de avances de temporización. La estación de base tiene asimismo una unidad de recepción que está configurada para recibir preámbulos de acceso aleatorio en las portadoras de componentes de enlace ascendente con una potencia de transmisión que ha sido determinada por el terminal móvil utilizando el otro desfase  $P_{0\_PRACH}$ .

En otra realización de ejemplo de la invención, se prevé una estación de base para su utilización con el terminal móvil, que realiza un método para ajustar la potencia de transmisión para la transmisión de preámbulos de acceso aleatorio a través de canales de acceso aleatorio físicos en portadoras de componentes de enlace ascendente. La estación de base incluye una unidad de control de la potencia para la señalización a una estación de base que depende del pre-escalado del desfase  $\Delta_{desfase_c}$  para una portadora de componentes de enlace ascendente  $c$  a un terminal móvil a añadir por el terminal móvil para determinar una potencia de transmisión para transmisiones de preámbulos de acceso aleatorio en la portadora de componentes de enlace ascendente. Además, la estación de base comprende una unidad de recepción para recibir preámbulos de acceso aleatorio en la portadora de componentes de enlace ascendente con una potencia de transmisión que ha sido determinada por el terminal móvil añadiendo la estación de base dependiente del pre-escalado del desfase  $\Delta_{desfase_c}$  para la portadora de componentes de enlace ascendente  $c$ .

Otra realización de ejemplo de la invención en línea con los aspectos primero y segundo de esta invención se refiere a un medio legible por ordenador que almacena instrucciones que, cuando son ejecutadas por un procesador de un terminal móvil, hacen que el terminal móvil ajuste la potencia de transmisión utilizada por el terminal móvil para las transmisiones de enlace ascendente, en el que el terminal móvil está configurado con al menos una portadora de componentes de enlace ascendente primera y una segunda, determinando una potencia de transmisión necesaria para la transmisión de un bloque de transporte  $P_{PUSCH(i)}$  a través de un canal compartido de enlace ascendente

físico en la primera portadora de componentes de enlace ascendente, y determinando una potencia de transmisión necesaria para la transmisión de un preámbulo de acceso aleatorio  $P_{PRACH(i)}$  a través de un canal de acceso aleatorio físico en la segunda portadora de componentes de enlace ascendente. Además, se provoca que el terminal móvil reduzca la potencia de transmisión determinada para la transmisión en el canal compartido de enlace ascendente físico y/o la transmisión en el canal de acceso aleatorio físico de acuerdo con una priorización entre la potencia de transmisión para la transmisión en el canal compartido de enlace ascendente físico y la potencia de transmisión para la transmisión en el canal de acceso aleatorio físico, y para transmitir el bloque de transporte en la primera portadora de componentes de enlace ascendente y el preámbulo de acceso aleatorio en la segunda portadora de componentes de enlace ascendente dentro de un intervalo de tiempo de transmisión  $i$ , utilizando la potencia de transmisión respectiva.

En otra realización de ejemplo, que está en línea con los aspectos segundo y tercero de la invención, la ejecución de las instrucciones en el medio legible por ordenador por parte del procesador hace que el terminal móvil ajuste la potencia de transmisión utilizada para uno o más procedimientos de RACH, estando el terminal móvil autorizado al acceso en varias portadoras de componentes de enlace ascendente, determinando, para las portadoras de componentes de enlace ascendente que se deben alinear en el tiempo, el número de procedimiento de RACH necesarios para la alineación en el tiempo de las portadoras de componentes de enlace ascendente. La ejecución de las instrucciones consigue, además, que el terminal móvil realice el número determinado de procedimientos de RACH necesarios para la alineación en el tiempo de las portadoras de componentes de enlace ascendente, en el que se determina una potencia de transmisión para los uno o más procedimientos de RACH de acuerdo con el número determinado de procedimientos de RACH necesarios.

Otro medio legible por ordenador de acuerdo con otra realización de la invención almacena instrucciones que, cuando son ejecutadas por un procesador de una estación de base para su utilización con el terminal móvil realizando un método para ajustar la potencia de transmisión para la transmisión de preámbulos de acceso aleatorio a través de canales de acceso aleatorio físicos en las portadoras de componentes de enlace ascendente, hacen que la estación de base señale un desfase  $P_{0\_PRACH\_múltiple}$  al terminal móvil, en el que el desfase  $P_{0\_PRACH\_múltiple}$  es utilizado por el terminal móvil para determinar una potencia de transmisión para un preámbulo de acceso aleatorio en caso de que la portadora de componentes de enlace ascendente que se debe alinear en el tiempo y las portadoras de componentes de enlace ascendente ya alineadas en el tiempo pertenezcan a un mismo grupo de avances de temporización. Además, se provoca que la estación de base reciba preámbulos de acceso aleatorio en las portadoras de componentes de enlace ascendente con una potencia de transmisión que ha sido determinada por el terminal móvil utilizando el desfase  $P_{0\_PRACH\_múltiple}$ .

Otro medio legible por ordenador de acuerdo con otra realización de la invención almacena instrucciones que, cuando son ejecutadas por un procesador de una estación de base para su utilización con el terminal móvil que realiza un método para ajustar la potencia de transmisión para la transmisión de preámbulos de acceso aleatorio a través de canales de acceso aleatorio físicos en las portadoras de componentes de enlace ascendente, consiguen que la estación de base señale una estación de base que depende del pre-escalado del desfase  $\Delta_{desfase_c}$  para una portadora de componentes de enlace ascendente  $c$  a un terminal móvil para ser añadido por el terminal móvil para determinar una potencia de transmisión para las transmisiones de preámbulos de acceso aleatorio en la portadora de componentes de enlace ascendente.

La ejecución de las instrucciones hace además que la estación de base reciba preámbulos de acceso aleatorio en la portadora de componentes de enlace ascendente con una potencia de transmisión que ha sido determinada por el terminal móvil añadiendo el desfase de pre-escalado que depende de la estación de base  $\Delta_{desfase_c}$  para la portadora de componentes de enlace ascendente  $c$ .

**Breve descripción de las figuras**

A continuación, se describe la invención con más detalle en referencia a las figuras y dibujos adjuntos. Detalles similares o correspondientes en las figuras se marcan con los mismos números de referencia.

- La figura 1 muestra una arquitectura de ejemplo de un sistema de LTE del 3GPP,
- la figura 2 muestra una visión general de ejemplo de la arquitectura de E-UTRAN global,
- las figuras 3 y 4 muestran una asignación localizada de ejemplo y una asignación distribuida del ancho de banda de enlace ascendente en un esquema de FDMA de portadora única,
- las figuras 5 y 6 muestran la estructura de Capa 2 de LTE-A (Versión 10) del 3GPP con agregación de portadoras activada para el enlace descendente y el enlace ascendente, respectivamente,
- la figura 7 Muestra como ejemplo la alineación en el tiempo de una portadora de componentes de enlace ascendente relativa a una portadora de componentes de enlace descendente por medio de un avance de temporización, tal como se define para LTE (Versión 8/9) del 3GPP,

- la figura 8 muestra procedimientos de RACH tal como se definen para LTE (Versiones 8/9) del 3GPP en los que se pueden producir conflictos, y
- la figura 9 muestra un procedimiento de RACH sin conflictos tal como se define para LTE (Versiones 8/9) del 3GPP,
- la figura 10 muestra un diagrama de flujo de distribución de una potencia de transmisión disponible máxima  $P_{MAX}$  a los bloques de transporte que se van a transmitir en el TTI de acuerdo con una realización de ejemplo de la invención,
- la figura 11 muestra un escenario de ejemplo en el que un equipo de usuario agrega dos células de radio, empezando una célula de radio en un eNodoB, y empezando la otra célula de radio en un Repetidor selectivo de frecuencia (FSR – Frequency Selective Repeater, en inglés),
- la figura 12 muestra un escenario de ejemplo en el que un equipo de usuario agrega dos células de radio, empezando una célula de radio desde un eNodoB, y empezando la otra célula de radio en una Cabecera de radio remota (RRH – Remote Radio Head, en inglés),
- la figura 13 muestra como ejemplo una alineación en el tiempo diferente entre una transmisión de RACH y de PUSCH, suponiendo un avance de temporización para la transmisión del PUSCH tal como se define para LTE (Versiones 8/9) del 3GPP,
- la figura 14 muestra como ejemplo una configuración de RACH de un establecimiento de equipo de usuario con múltiples portadoras de componentes de enlace ascendente, en caso de que las portadoras de componentes de enlace ascendente pertenezcan a un mismo grupo de avances de temporización,
- la figura 15 muestra como ejemplo una configuración de RACH de un establecimiento de un equipo de usuario con múltiples portadoras de componentes de enlace ascendente, en caso de que las portadoras de componentes de enlace ascendente pertenezcan a dos grupos de avance de temporización,
- la figura 16 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento de ajuste de potencia de transmisión para la determinación de la potencia de transmisión para transmisiones de enlace ascendente de PRACH y de PUSCH de acuerdo con otra realización de la invención,
- la figura 17 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento de ajuste de la potencia de transmisión para múltiples procedimientos de RACH de acuerdo con otra realización más de la invención,
- la figura 18 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento de ajuste de la potencia de transmisión para múltiples procedimientos de RACH de acuerdo con una implementación de ejemplo de la realización de la figura 17 de la invención.

### Descripción detallada de la invención

- Los párrafos siguientes describirán varias realizaciones de la invención. Solo con el propósito de ejemplo, la mayoría de las realizaciones se resumen en relación con un esquema de acceso por radio de enlace ascendente de portadora única ortogonal de acuerdo con el sistema de asignación para móviles de LTE-A explicado en la sección anterior Antecedentes de la técnica. Se debe observar que la invención se puede utilizar ventajosamente por ejemplo en conexión con un sistema de portadora única para móviles tal como el sistema de comunicación LTE-A descrito previamente, pero la invención no está limitada a su utilización en esta red de comunicación de ejemplo concreta.
- 5 Las explicaciones proporcionadas en la sección de Antecedentes técnicos anterior pretenden comprender mejor las realizaciones específicas en su mayoría de LTE-A descritas en esta memoria, y no se deben entender como limitativas de la invención a las implementaciones específicas de procesos y funciones en la red de comunicación, descritas. No obstante, las mejoras propuestas en esta memoria se pueden aplicar fácilmente en las arquitecturas/sistemas descritos en la sección de Antecedentes técnicos, y pueden, en algunas realizaciones de la invención, hacer uso asimismo de los procedimientos estándar y mejorados de estas arquitecturas/sistemas.
- 10 La invención se dirige a proporcionar un control eficiente y preciso de la QoS para las transmisiones de enlace ascendente por parte de una estación de base (eNodoB o Nodo B en el contexto del 3GPP) en un escenario en el que a un terminal móvil (equipo de usuario en el contexto del 3GPP) se le asignan múltiples recursos de enlace ascendente en un intervalo de tiempo de transmisión (por ejemplo, una o más subtramas). La invención proporciona asimismo una utilización eficiente de la potencia de transmisión disponible al terminal móvil para transmisiones de enlace ascendente en un TTI, incluso en casos en los que el terminal móvil está limitado en potencia.
- 20 Una consideración que subyace en esta invención es introducir un orden de prioridad para las asignaciones de recursos de enlace ascendente (respectivamente para los bloques de transporte correspondientes a las mismas). El

terminal móvil considera este orden de prioridad cuando genera los bloques de transporte para la transmisión de enlace ascendente y/o en la distribución de la potencia de transmisión disponible para el terminal móvil para las transmisiones de enlace ascendente en un TTI a los respectivos bloques de transporte que se van a transmitir en el TTI. El orden de prioridad se denomina, asimismo, en ocasiones, orden de procesamiento. Esto es – tal como resultará evidente a partir de lo siguiente – porque el orden de prioridad definido para las asignaciones de recursos de enlace ascendente (respectivamente para los bloques de transporte correspondientes a las mismas) implica el orden en el que se procesan las asignaciones de recursos de enlace ascendente (respectivamente para los bloques de transporte correspondientes a las mismas).

Un aspecto de la invención es la priorización de la asignación de potencia para bloques de transporte individuales correspondientes a varias asignaciones de recursos de enlace ascendente dentro del control de la potencia. Este aspecto es aplicable concretamente a situaciones en las que el terminal móvil está limitado en potencia, y asegura una distribución eficiente de la potencia de transmisión disponible a los diferentes bloques de transporte. De acuerdo con este aspecto de la invención, el orden de procesamiento de las asignaciones de recursos de enlace ascendente (orden de prioridad) en las portadoras de componentes de enlace ascendente se utiliza para determinar el escalado de la potencia para la asignación de potencia de los bloques de transporte individuales a transmitir en las portadoras de componentes respectivas en el enlace ascendente. De acuerdo con este aspecto de la invención, se aplica un escalado de la potencia por cada portadora de componentes, respectivamente por cada bloque de transporte o por cada asignación de recursos.

En situaciones de potencia limitada, el terminal móvil reduce la potencia de transmisión para la transmisión de cada uno de los bloques de transporte de acuerdo con la prioridad del bloque de transporte respectivo dada por el orden de prioridad, de tal manera que la potencia de transmisión total utilizada para las transmisiones de los bloques de transporte resulta ser menor o igual que una potencia de transmisión máxima disponible para el terminal móvil para la transmisión de los bloques de transporte en el enlace ascendente dentro de un TTI dado.

De acuerdo con una implementación de ejemplo, el escalado de la potencia de transmisión reduce la potencia de transmisión y tiene en cuenta la prioridad de la asignación de recursos de un bloque de transporte respectivo (o una portadora de componentes en la que el bloque de transporte respectivo se va a transmitir), dado que el orden de prioridad en esa transmisión de bloques de transporte que tienen alta prioridad debe resultar menos afectado por la reducción de la potencia de transmisión. Ventajosamente, cuanto menor (mayor) sea la prioridad de la asignación de recursos/portadora de componentes de acuerdo con el orden de prioridad, mayor (menor) es la reducción de potencia aplicada a la potencia de transmisión para el bloque de transporte, requerida por su asignación de recursos de enlace ascendente correspondiente.

Tal como se ha mencionado anteriormente, el escalado de la potencia puede estar configurado de manera ideal de tal manera que la transmisión de los bloques de transporte de alta prioridad, en lo posible, no se debe reducir. Al contrario, la reducción de la potencia de transmisión para cumplir una potencia de transmisión máxima disponible para el terminal móvil para la transmisión de los bloques de transporte en el enlace ascendente dentro de un TTI dado se debe intentar conseguir primero limitando la potencia de transmisión de las transmisiones de bloques de transporte de baja prioridad.

Además, en una implementación más avanzada, el mecanismo del control de la potencia en el terminal móvil asegura que la información de control a señalar en un canal de control de enlace ascendente físico, tal como el PUCCH en LTE-A, no sufre escalado de potencia, sino solo transmisiones en el canal compartido de enlace ascendente físico, es decir, los bloques de transporte, transmitidos a la vez que la información de control, de tal manera que el PUCCH en LTE-A, dentro del mismo TTI está sujeto a escalado de potencia. En otras palabras, el mecanismo de control de la potencia está diseñado para asignar lo que queda de la diferencia entre la potencia de transmisión disponible para el terminal móvil para las transmisiones de enlace ascendente dentro de un TTI y la potencia de transmisión necesaria para la señalización de la información de control en el canal compartido de enlace ascendente físico está distribuida por cada bloque de transporte a los bloques de transporte en el canal compartido de enlace ascendente físico, teniendo en cuenta el orden de prioridad de los bloques de transporte.

Un segundo aspecto de la invención es la priorización de la asignación de potencia para transmisiones simultáneas de enlace ascendente a través de diferentes canales físicos (es decir, existen múltiples transmisiones de enlace ascendente dentro del mismo intervalo de tiempo de transmisión). Ejemplos para los canales físicos que permiten transmisiones de enlace ascendente son el canal compartido de enlace ascendente físico (PUSCH), el canal de control del enlace ascendente físico (PUCCH) y el canal de acceso aleatorio físico (PRACH). La priorización de la asignación de potencia para la transmisión de enlace ascendente a través de diferentes canales físicos permite la asignación de potencias de transmisión individuales. Esta asignación de potencia puede ser independiente de la portadora de componentes en la que se envía una transmisión de enlace ascendente respectiva.

De acuerdo con este segundo aspecto se pueden utilizar diferentes niveles de potencia de transmisión para transmisiones de enlace ascendente simultáneas a través de un canal de acceso aleatorio físico (PRACH) y a través de un canal compartido de enlace ascendente físico (PUSCH). De manera alternativa, el segundo aspecto de la invención permite escalar de manera individual la potencia de transmisión de transmisiones de enlace ascendente simultáneas a través de un canal de acceso aleatorio físico (PRACH) y a través de un canal compartido de enlace



ascendente físico (PUCCH). Escalar la potencia de transmisión para las transmisiones de enlace ascendente basándose en una priorización de los canales físicos se puede utilizar, por ejemplo, para mejorar la SINR de la transmisión de enlace ascendente respectiva a través del canal físico priorizado. Por ejemplo, una reducción de la potencia de transmisión para las transmisiones de enlace ascendente basándose en la priorización de los canales físicos puede permitir al terminal móvil cumplir una restricción de potencia dada, si el terminal móvil se encuentra en una situación de potencia limitada.

En una realización de ejemplo de la invención que está en línea con el segundo aspecto de la invención, la potencia de transmisión para las transmisiones en el canal compartido de enlace ascendente físico (PUSCH) y/o las transmisiones en el canal de acceso aleatorio físico (PRACH) se reduce de acuerdo con una priorización respectiva de los canales correspondientes. En este contexto, bien la potencia de transmisión para las transmisiones en el canal compartido de enlace ascendente físico (PUSCH) se prioriza sobre la potencia de transmisión para las transmisiones en el canal de acceso aleatorio físico (PRACH), o viceversa. Ventajosamente, cuando menor (mayor) sea la prioridad de la transmisión en el canal físico, mayor (menor) es la reducción de potencia aplicada a la potencia de transmisión para la transmisión a través del canal físico.

De manera ideal, con el fin de alcanzar una restricción de la potencia de transmisión en una situación de potencia limitada, se puede intentar primero limitar la potencia de transmisión por las canales de canal físico de baja prioridad y, a continuación -si la restricción de la potencia de transmisión no se ha cumplido- se puede limitar también la potencia de transmisión para las transmisiones en el canal físico de alta prioridad.

En una realización alternativa de la invención, la priorización de la asignación de potencia para transmisiones de enlace ascendente simultáneas a través de diferentes canales físicos se puede combinar ventajosamente con el primer aspecto de la invención, de priorizar la asignación de potencia para bloques de transporte individuales correspondientes a varias asignaciones de recursos de enlace ascendente dentro del control de la potencia.

Cuando el equipo de usuario está configurado con múltiples portadoras de componentes de enlace ascendente que pertenecen a más de un grupo de avances de temporización, puede ser necesario que el equipo de usuario realice más de un procedimiento de RACH para la alineación en el tiempo de portadoras de componentes de enlace ascendente respectivas dentro del mismo procedimiento de RACH. En otras palabras, puede ser necesario que el equipo de usuario transmita más de un preámbulo de acceso aleatorio a través del canal PRACH dentro del mismo TTI. De acuerdo con ello, en una realización más avanzada de la invención, se realiza una priorización de la asignación de potencia para la transmisión del preámbulo de RACH de procedimientos de RACH individuales, en caso de que se deban realizar múltiples procedimientos de RACH simultáneamente.

En otra realización alternativa de la invención, el orden de prioridad de acuerdo con el que el equipo de usuario está determinando la potencia de transmisión de los preámbulos de RACH para múltiples procedimientos de RACH está ligado a los índices asignados a las portadoras de componentes de enlace ascendente configurados. A cada portadora de componentes se le puede asignar un índice de célula individual o índice de portadora (CI – Carrier Index, en inglés), y el orden de prioridad se puede definir de acuerdo con los índices de células o los índices de portadores de las portadoras de componentes en las que están asignados los recursos de enlace ascendente.

En una implementación de ejemplo y más avanzada, el eNodeB puede asignar los índices de célula o los índices de portador, respectivamente, de tal manera que cuanto más alta/baja sea la prioridad de la portadora de componentes, mayor/menor es el índice de célula o el índice de portadora de componentes de la portadora de componentes. En este caso, el equipo de usuario debe determinar la potencia de transmisión para las transmisiones de los preámbulos de RACH para múltiples procedimientos de RACH en orden decreciente de indicador de portadora.

En otra realización alternativa de la invención, el orden de prioridad para determinar la potencia de transmisión para los preámbulos de RACH de múltiples procedimientos de RACH depende del tipo de portadora de componentes. Tal como se ha descrito anteriormente, existe una portadora de componentes de enlace ascendente primaria (PCC) configurada por equipo de usuario, y potencialmente múltiples portadoras de componentes de enlace ascendente secundarias (SCC). De acuerdo con esta realización, un equipo de usuario siempre asigna la potencia de transmisión para la transmisión del preámbulo del RACH que es parte de un procedimiento de RACH para la PCC, antes de asignar una potencia de transmisión del preámbulo de RACH de un procedimiento de RACH para ser realizado en cualquier otra asignación de recursos de enlace ascendente dentro de un TTI. Con respecto a las asignaciones de la potencia de transmisión para los preámbulos de RACH de los procedimientos de RACH que se van a realizar en las SCC, existen varias opciones. Por ejemplo, la asignación de potencia de transmisión para realizar los procedimientos de RACH en la SCC se podría dejar a la implementación del equipo de usuario. De manera alternativa, la asignación de la potencia de transmisión para realizar procedimientos de RACH en la SCC se podría tratar en el orden de los índices de células asignados, o de los índices de portadores.

Un tercer aspecto de la invención es ajustar la potencia de transmisión utilizada para los procedimientos de acceso aleatorio (RACH) basándose en el número de procedimientos de RACH necesario para la alineación en el tiempo de varias portadoras de componentes de enlace ascendente. Dependiendo del número de portadoras de componentes de enlace ascendente que se deben alinear en el tiempo, un terminal móvil realiza uno o más procedimientos de RACH para la alineación en el tiempo de portadoras de componentes de enlace ascendente. Un procedimiento de

RACH necesita recursos de procesamiento e introduce restricciones en las transmisiones de enlace ascendente que se pueden realizar en paralelo por parte de un terminal móvil. De este modo, puede resultar deseable realizar el menor número posible de procedimientos de RACH. Ajustar la potencia de transmisión para el preámbulo o los preámbulos del RACH basándose en el número de procedimientos de RACH necesarios, puede mejorar la probabilidad de éxito de cada uno de los procedimientos de RACH necesarios. Debido a una mayor probabilidad de éxito de los procedimientos de RACH, el retardo introducido por los procedimientos de RACH para las portadoras de componentes de enlace ascendente que se deben alinear en el tiempo, se reduce.

De acuerdo con una realización de ejemplo de la invención, un equipo de usuario podría “reutilizar” la potencia de transmisión de uno o más procedimientos de RACH que no son necesarios (es decir, que son superfluos y, por ello, no se realizan) para ajustar la potencia de transmisión para realizar solo los procedimientos de RACH necesarios para la alineación en el tiempo de varias portadoras de componentes de enlace ascendente mejora la probabilidad de éxito de cada uno de los procedimientos de RACH necesarios.

En una realización alternativa de la invención, el equipo de usuario aumenta la potencia de transmisión utilizada para la transmisión de preámbulos del RACH, cuando se necesitan varios procedimientos de RACH para la alineación en el tiempo de varias portadoras de componentes de enlace ascendente. Por ejemplo, el equipo de usuario utiliza un primer desfase  $P_{0\_PRACH}$ , en caso de que solo se tenga que realizar un procedimiento de RACH, y utilizando un segundo, diferente desfase  $P_{0\_PRACH\_múltiple}$ , en caso de que se realicen más de un procedimiento de RACH. Ventajosamente, el segundo desfase  $P_{0\_PRACH\_múltiple}$  tiene un valor mayor que el primer desfase  $P_{0\_PRACH}$ , que puede mejorar la probabilidad de éxito cuando se realizan varios procedimientos de RACH.

En otra realización alternativa de la invención, el equipo de usuario puede aumentar individualmente la potencia de transmisión utilizada para los preámbulos del RACH en los procedimientos de RACH que dependen del tipo de portadora de componentes en la que se realiza uno respectivo de los procedimientos de RACH. Se puede suponer con el propósito de ejemplo, que existe una portadora de componentes primaria (PCC) configurada por equipo de usuario y, opcionalmente, una o más portadoras de componentes secundarias (SCC). De acuerdo con esto, un equipo de usuario determinaría una potencia de transmisión para el preámbulo de un procedimiento de RACH utilizando un primer desfase  $P_{0\_PRACH}$ , en caso de que el procedimiento de RACH se realice en la PCC. El equipo de usuario utilizaría un segundo, diferente desfase  $P_{0\_PRACH\_múltiple}$ , en caso de que el procedimiento de RACH se vaya a realizar en una portadora de componentes secundaria. Tal como se ha observado previamente, el segundo desfase  $P_{0\_PRACH\_múltiple}$  puede tener un valor superior al primer desfase  $P_{0\_PRACH}$ .

En una implementación del tercer aspecto de la invención, existen varias opciones para determinar (o limitar) el número de procedimientos de RACH necesarios para varias portadoras de componentes de enlace ascendente que se deben alinear en el tiempo. Por ejemplo, la determinación del número de procedimientos de RACH necesarios se podría dejar a la implementación del equipo de usuario. Otra opción o alternativa es que el equipo de usuario determine el número de procedimientos de RACH necesarios basándose en el número de grupos de avance de temporización a los que pertenecen las diferentes portadoras de componentes. Tal como se ha descrito anteriormente, un eNodeB puede agrupar portadoras de componentes que experimenten un retardo de propagación similar en el mismo grupo de avances de temporización. Dado que el retardo de propagación de todas las portadoras de componentes dentro de un grupo de avances de temporización dado es el mismo, solo es necesario un único procedimiento de RACH por cada grupo de avances de temporización para la alineación en el tiempo de todas las portadoras de componentes del mismo. De acuerdo con ello, un equipo de usuario que obtiene información sobre los grupos de avance de temporización determina el número de procedimientos de RACH necesarios para realizar solo un procedimiento de RACH por cada grupo de avances de temporización.

Considerando una situación en la que es necesario un procedimiento de RACH por cada grupo de avances de temporización al que pertenece al menos una portadora de componentes de enlace ascendente que se va a alinear en el tiempo, el número de procedimientos de RACH necesarios es igual al número de grupos de avances de temporización de la pluralidad de portadoras de componentes de enlace ascendente que se deben alinear en el tiempo.

Un equipo de usuario puede establecer el avance de temporización de cada una de las una o más portadoras de componentes de enlace ascendente que se deben alinear en el tiempo y que pertenecen a un grupo de avances de temporización utilizando un valor de avance de temporización obtenido del eNodeB tras realizar un único procedimiento de RACH para una de las portadoras de componentes de enlace ascendente que se deben alinear en el tiempo, del grupo respectivo de avances de temporización.

Considerando con el propósito de ejemplo, que el equipo de usuario está configurado con portadoras de componentes de enlace ascendente que ya están alineadas en el tiempo (por ejemplo, un procedimiento de RACH se realizó en un momento anterior en el tiempo), no es necesario realizar otro procedimiento de RACH para obtener un valor del avance de temporización para aquellos grupos de avances de temporización para los que un valor del avance de temporización ya está configurado, es decir, para aquellos grupos de avances de temporización que comprenden una portadora de componentes de enlace ascendente ya alineada en el tiempo. De acuerdo con ello, el número de RACH necesarios corresponde al número de grupos de avances de temporización para los que no está

configurado ningún valor del avance de temporización o, en otras palabras, el número de procedimientos de RACH necesarios es igual al número de grupos de avances de temporización que no comprenden una portadora de componentes de enlace ascendente ya alineada en el tiempo. Por lo que respecta a las portadoras de componentes que se deben alinear en el tiempo y que pertenecen a un grupo de avances de temporización para el que un avance de temporización ya está configurado, el equipo de usuario simplemente configura el avance de temporización de cada una de las una o más portadoras de componentes de acuerdo con el avance de temporización establecido para el respectivo grupo de avances de temporización al que pertenece la portadora de componentes respectiva.

Tal como ya se ha indicado anteriormente, un aspecto de la invención es la distribución de la potencia de transmisión a las transmisiones de los bloques de transporte generados en los recursos asignados en las portadoras de componentes de enlace ascendente. En este contexto, las situaciones en las que el terminal móvil está limitado en potencia, son de particular interés. Cuando se implementa la invención en un sistema de comunicaciones que utiliza agregación de portadoras en el enlace ascendente, como LTE-A, y suponiendo un control de la potencia de portadora por cada componente, otra realización de la invención está proponiendo la priorización de la asignación de la potencia de transmisión en el canal compartido de enlace ascendente físico para las portadoras de componentes de enlace ascendente, para casos en los que el terminal móvil está en una situación de potencia limitada. Esta priorización propuesta de la potencia de transmisión disponible para el terminal móvil es capaz de dirigir las diferentes QoS de los datos/portadoras de componentes de enlace ascendente.

La limitación de potencia denota la situación en la que la potencia de transmisión total del terminal móvil que sería necesaria para transmitir los bloques de transporte en las portadoras de componentes de enlace ascendente dentro de un solo TTI, de acuerdo con las asignaciones de recursos de enlace ascendente, excede la máxima potencia de transmisión disponible para el terminal móvil, para las transmisiones de enlace ascendente,  $P_{MAX}$ . La potencia de transmisión máxima disponible para el terminal móvil para las transmisiones de enlace ascendente  $P_{MAX}$  depende por ello de las máximas capacidades de potencia del terminal móvil y de la máxima potencia de transmisión permitida por la red (es decir, configurada por el eNodoB).

La figura 10 muestra un diagrama de flujo de distribución de una potencia de transmisión disponible máxima  $P_{MAX}$  a los bloques de transporte a transmitir dentro de un TTI, de acuerdo con una realización de ejemplo de la invención. En esta realización de ejemplo y en los siguientes ejemplos que se muestran a continuación, se supone un sistema de comunicación basado en LTE-A que utiliza agregación de portadoras en el enlace ascendente, y suponiendo un control de la potencia por cada portadora de componentes. Además, se supone también que la potencia de transmisión del PUCCH (es decir, la información de control) se prioriza sobre las transmisiones del PUSCH (es decir, los bloques de transporte generados de acuerdo con las asignaciones de recursos de enlace ascendente), es decir, la potencia de transmisión del PUSCH se reduce primero en una situación de potencia limitada.

El terminal móvil primero recibe 1001 múltiples asignaciones de recursos de enlace ascendente para un TTI utilizando su unidad de recepción, y una unidad de procesamiento del terminal móvil determina 1002 su orden de prioridad. El orden de prioridad de las asignaciones de recursos de enlace ascendente se puede determinar de acuerdo con una de las diferentes opciones de ejemplo explicadas en esta memoria.

Además, la unidad de generación de bloques de transporte del terminal móvil 1003 genera los bloques de transporte de acuerdo con las asignaciones de recursos del enlace ascendente. Esta generación de bloques de transporte se puede implementar de nuevo de acuerdo con una de las diferentes opciones de ejemplo resumidas en esta memoria. Además, en otra implementación alternativa, el bloque de transporte para cada portadora de componentes se puede generar de acuerdo con la correspondiente asignación de recursos de enlace ascendente realizando la priorización de canales lógicos de LTE de Versión 8 conocida para cada asignación de recursos de enlace ascendente, respectivamente la portadora de componentes de enlace ascendente.

La unidad de procesamiento del terminal móvil determina 1004 además, para cada uno de los bloques de transporte generados, la potencia de transmisión que sería necesaria/estaría implicada por sus asignaciones de recursos de enlace ascendente respectivas, de acuerdo con el control de la potencia, es decir, la potencia de transmisión necesaria viene dada por la fórmula del control de la potencia. Por ejemplo, el terminal móvil puede utilizar la fórmula (1) tal como se proporciona en la sección de Antecedentes técnicos para determinar la potencia de transmisión que estaría implicada para la transmisión de cada uno de los bloques de transporte en las portadoras de componentes de enlace ascendente por la asignación de recursos de enlace ascendente correspondiente. En este ejemplo, el terminal móvil se considera limitado en potencia para las transmisiones de los bloques de transporte dentro del TTI dado. El terminal móvil puede, por ejemplo, determinar su limitación de potencia comparando la suma de las potencias de transmisión necesarias para los bloques de transporte y la potencia de transmisión máxima disponible para el terminal móvil, para las transmisiones de enlace ascendente  $P_{MAX}$ , menos la potencia de transmisión necesaria para la señalización de control del PUCCH  $P_{PUCCH}$  en el mismo TTI, y determinar con ello que la suma de las potencias de transmisión necesarias para los bloques de transporte excede la máxima potencia de transmisión disponible para el terminal móvil para las transmisiones de enlace ascendente  $P_{MAX}$  menos la potencia de transmisión necesaria para la señalización de control del PUCCH  $P_{PUCCH}$  en el mismo TTI.

Para no exceder la máxima potencia de transmisión disponible para el terminal móvil para las transmisiones de enlace ascendente  $P_{MAX}$  menos la potencia de transmisión necesaria para la señalización de control del PUCCH

$P_{\text{PUCCH}}$  en el mismo TTI, el terminal móvil necesita reducir la potencia de transmisión de enlace ascendente para la transmisión de todos o algunos de los bloques de transporte. Existen varias opciones de cómo se puede implementar esta reducción de potencia, denominada también escalado de la potencia. En el diagrama de flujo mostrado en la figura 10, el terminal móvil determina 1005, a continuación, una reducción de potencia para cada transmisión de un bloque de transporte respectivo, de tal manera que la suma de la potencia de transmisión reducida para cada transmisión de los bloques de transporte (es decir, la potencia de transmisión obtenida para cada transmisión respectiva de un bloque de transporte cuando se aplica 1006 la reducción de potencia respectiva determinada a la potencia de transmisión necesaria respectiva, tal como se determina en la etapa 1004) resulta ser menor o igual que la máxima potencia de transmisión disponible para el terminal móvil para las transmisiones de enlace ascendente  $P_{\text{MAX}}$ , menos la potencia de transmisión necesaria para la señalización de control del PUCCH  $P_{\text{PUCCH}}$  en el mismo TTI. La unidad de control de la potencia de transmisión del terminal móvil aplica 1006 la reducción de potencia respectiva determinada a la potencia de transmisión necesaria respectiva, tal como se determina en la etapa 1004, y transmite 1007 los bloques de transporte en los recursos de enlace ascendente asignados en las portadoras de componentes dentro del TTI dado utilizando la potencia de transmisión reducida.

La reducción de potencia o escalado de potencia se puede implementar como parte de la funcionalidad de control de la potencia de transmisión proporcionada por el terminal móvil. La funcionalidad de control de la potencia se puede considerar como una función de la capa física del terminal móvil. Se puede asumir que la capa física no conoce en absoluto el canal lógico para el mapeo del bloque de transporte, respectivamente el canal lógico para el mapeo de la portadora de componentes, dado que la capa de MAC del terminal móvil realiza la multiplexación de los datos del canal lógico para múltiples portadoras de componentes. No obstante, el escalado de la potencia de las transmisiones de los bloques de transporte (es decir, del PUSCH) basándose en la prioridad de la portadora de componentes de enlace ascendente (respectivamente la prioridad de las asignaciones de recursos de enlace ascendente asignando recursos en los mismos) es deseable que pueda soportar adecuadamente el tráfico sensible al retardo en una configuración de agregación de portadoras.

Más concretamente, es deseable que los datos de alta QoS dentro de los bloques de transporte transmitidos del PUSCH se escalen menos en comparación con los datos de baja QoS que pueden tolerar más retransmisiones. Por lo tanto, de acuerdo con una realización de ejemplo de la invención, el escalado de potencia de las transmisiones de los bloques de transporte del PUSCH (véanse las etapas 1005 y 1006) ventajosamente considera el orden de procesamiento de las asignaciones de recursos de enlace ascendente, que se pueden considerar equivalentes al orden de prioridad de las portadoras de componentes en las que asignan los recursos. Dado que tanto el orden de procesamiento de las asignaciones de recursos de enlace ascendente como el escalado de la potencia tienen un impacto en la calidad de la transmisión experimentada por los canales lógicos, es deseable tener alguna interacción entre la priorización de las asignaciones de recursos de enlace ascendente en la generación de bloques de transporte en la capa de MAC del terminal móvil (véase por ejemplo la etapa 1003) y la funcionalidad de escalado de potencia en la capa física del terminal móvil (véanse las etapas 1005 y 1006).

Esta interacción se puede obtener, por ejemplo, mediante la función de escalado proporcionada en la capa física utilizando el mismo orden de prioridad de las asignaciones de recursos de enlace ascendente para el escalado de la potencia de las transmisiones del PUSCH, tal como se utiliza en la capa de MAC, para determinar el orden de procesamiento de las asignaciones de recursos del enlace ascendente en la generación de los bloques de transporte. En una implementación de ejemplo, el terminal móvil reduce las potencias de transmisión necesarias (véase la etapa 1004) para los bloques de transporte del PUSCH en el orden de procesamiento inverso de las asignaciones de recursos del enlace ascendente. Básicamente, la unidad de control de la potencia del terminal móvil inicia primero la reducción de la potencia de transmisión necesaria para la transmisión del bloque de transporte correspondiente a la asignación de recursos del enlace ascendente de menor prioridad y, a continuación, la unidad de control de la potencia del terminal reduce la potencia de transmisión necesaria para la transmisión del bloque de transporte correspondiente a la segunda asignación de recursos de enlace ascendente de menor prioridad, etc. Si es necesario, la potencia de transmisión de uno o más bloques de transporte se puede reducir a cero, es decir, el terminal móvil realiza DTX en la portador o portadoras de componentes dada o dadas.

En otra implementación de ejemplo, la potencia de transmisión necesaria para una transmisión del bloque de transporte se reduce a cero, antes del escalado de la potencia del siguiente bloque de transporte. Por ello, la unidad de control de la potencia inicia la reducción de la potencia de transmisión necesaria para la transmisión del bloque de transporte correspondiente a la asignación de recursos de enlace ascendente de menor prioridad a cero (si es necesario), y si la potencia de transmisión necesita reducirse más, la unidad de control de la potencia del terminal reduce la potencia de transmisión necesaria para la transmisión del bloque de transporte correspondiente a la segunda asignación de recursos de enlace ascendente de menor prioridad de nuevo a cero (si es necesario), etc.

La reducción/escalado de potencia de la potencia de transmisión se puede implementar, por ejemplo, como sigue en un sistema LTE-A. En una implementación de ejemplo, el eNodeB señala un factor de ponderación  $w_c$  para cada portadora de componentes  $c$  al equipo de usuario que se aplica a la transmisión del PUSCH de un bloque de transporte en la portadora de componentes respectiva. Cuando el equipo de usuario está limitado en potencia, su unidad de control de la potencia escala la suma ponderada de la potencia de transmisión para todas las transmisiones del PUSCH en las portadoras de componentes en las que se han asignado recursos. Esto se puede realizar calculando un factor de escalado  $s$ , de tal manera que la máxima potencia de transmisión disponible para el

terminal móvil para las transmisiones de enlace ascendente  $P_{MAX}$  no se supera. Los factores de escalado se pueden determinar a partir de la fórmula (2):

$$P_{PUCCH}(i) + s \cdot \sum_c w_c \cdot P_{PUSCH_c}(i) \leq P_{MAX} \quad (2)$$

5 en la que se denota el factor de escalado y  $w_c$  el factor de ponderación para la portadora de componentes  $c$ .  $P_{PUCCH}(i)$  denota la potencia de transmisión necesaria para la señalización de control del PUCCH dentro del TTI  $i$ , y  $P_{PUSCH_c}(i)$  denota la potencia de transmisión de un bloque de transporte a transmitir en el PUSCH de la portadora de componentes  $c$  dentro del TTI  $i$  (véase la etapa 1004 y la fórmula (1)). Aparentemente, el factor de escalado  $s$  se puede determinar como:

$$s \leq \frac{P_{MAX} - P_{PUCCH}(i)}{\sum_c w_c \cdot P_{PUSCH_c}(i)} \quad (3)$$

10 El factor de ponderación  $w_c$  de las portadoras de componentes puede considerar, por ejemplo, la QoS de los datos transmitidos en una portadora de componentes específica.

En una implementación más avanzada, se puede asegurar que el bloque de transporte transmitido del PUSCH de la PCC del enlace ascendente no se escala. Esto se puede realizar, por ejemplo, definiendo el eNodoB el factor de ponderación  $w_c$  para la PCC de enlace ascendente a  $1/s$ . De manera alternativa, se puede utilizar la siguiente relación para determinar el factor de escalado  $s$  solo para las portadoras de componentes distintas de la PCC del enlace ascendente:

$$P_{PUCCH}(i) + P_{PUSCH\_PCC}(i) + s \cdot \sum_c w_c \cdot P_{PUSCH\_SCC_c}(i) \leq P_{MAX} \quad (4)$$

de tal manera que:

$$s \leq \frac{P_{MAX} - P_{PUCCH}(i) - P_{PUSCH\_PCC}(i)}{\sum_c w_c \cdot P_{PUSCH\_SCC_c}(i)} \quad (5)$$

20 en la que  $P_{PUSCH\_PCC}(i)$  es la potencia de transmisión necesaria para la transmisión del bloque de transporte que se debe transmitir en la PCC del enlace ascendente (véase la etapa 1004 y la fórmula (1)), mientras que  $P_{PUSCH\_SCC_c}(i)$  es la potencia de transmisión necesaria para la transmisión del bloque de transporte a transmitir en otras SCC de enlace ascendente (véase la etapa 1004 y la fórmula (1)).

25 En otra realización de ejemplo de la invención, cuando se generan los bloques de transporte, el equipo de usuario puede procesar las asignaciones de recursos del enlace ascendente en orden decreciente de los factores de ponderación  $w_c$ . Por ello, el orden de prioridad puede venir dado por los factores de ponderación  $w_c$ . El terminal móvil puede empezar el procesamiento con la asignación de recursos de enlace ascendente para una portadora de componentes de enlace ascendente a la que se le asigna el factor de ponderación  $w_c$  más alto. Esencialmente, el factor de ponderación  $w_c$  más alto corresponde a la portadora de componentes de enlace ascendente de prioridad más alta, respectivamente, la asignación de recursos de enlace ascendente, en esta realización.

30 En caso de que se aplique el mismo factor de ponderación  $w_c$  a múltiples portadoras de componentes de enlace ascendente, el orden de procesamiento se puede dejar a la implementación del equipo de usuario. De manera alternativa en caso del mismo factor de ponderación  $w_c$ , el orden de procesamiento se puede determinar también sobre la base de la temporización de la transmisión de enlace descendente de las asignaciones de recursos de enlace ascendente (tal como se ha explicado anteriormente) o sobre la base del índice de portador (CI) de las portadoras de componentes correspondientes.

35 En otra realización de ejemplo de la invención, el escalado de la potencia mediante la unidad de control de la potencia del terminal móvil depende del tipo de una portadora de componentes en la que se va a transmitir el bloque de transporte respectivo. La asignación de potencia a la transmisión del PUSCH de un bloque de transporte en la PCC del enlace ascendente que contiene tráfico de alta prioridad, se prioriza sobre otras transmisiones del PUSCH en la o las SCC del enlace ascendente. La asignación de transmisión, respectivamente, la cantidad de reducción/escalado de la potencia en las otras portadoras de componentes de enlace ascendente, es decir, la SCC o las SCC del enlace ascendente, se pueden dejar a la implementación del equipo de usuario. Por ejemplo, por lo que respecta a la o las SCC de enlace ascendente restantes, el equipo de usuario podría multiplexar datos sensibles a la QoS en una portadora de componentes de su elección, y está autorizado a priorizar la asignación de potencia de esta portadora de componentes con respecto a otra u otras SCC de enlace ascendente.

En un sistema de asignación que utiliza agregación de portadoras, los terminales móviles pueden ser autorizados también a realizar un acceso aleatorio en una portadora de componentes, mientras transmiten datos planificados (bloques de transporte) en otras portadoras de componentes. Para un sistema basado en 3GPP como el LTE-A, puede, de este modo, ser posible que el equipo de usuario realice un acceso al canal de acceso aleatorio (RACH) en una portadora de componentes, mientras transmite PUSCH/PUCCH simultáneamente en otras portadoras de componentes. El equipo de usuario puede, de este modo, transmitir un preámbulo de RACH, es decir, una transmisión en el canal de acceso aleatorio físico (PRACH), y en el mismo TTI transmitir también datos del PUSCH y/o el PUCCH. Un caso de utilización potencial para la transmisión simultánea del PRACH y el PUCCH/PUSCH es la situación en la que el equipo de usuario está fuera de sincronismo en una portadora de componentes de enlace ascendente, mientras que está aún sincronizado en el enlace ascendente en otra portadora de componentes de enlace ascendente. Para conseguir de nuevo la sincronización del enlace ascendente para la "portadora de componentes fuera de sincronismo" el equipo de usuario realizaría un acceso al RACH, por ejemplo, ordenado por el PDCCH. Además, también en casos en los que no está configurado ningún canal de solicitud de planificación dedicado para un equipo de usuario del PUCCH, el equipo de usuario puede realizar un acceso al RACH con el fin de solicitar recursos de enlace ascendente, en caso de que lleguen nuevos datos a la memoria temporal del UE.

En estos casos, de acuerdo con otra realización de la invención, la potencia de transmisión para el acceso al RACH (es decir, la transmisión del preámbulo del RACH en el PRACH) no está sujeta al control de la potencia por parte de la red de acceso. Sin embargo, en esta realización, se considera la potencia de transmisión para la transmisión del PRACH cuando el equipo de usuario aplica el escalado de la potencia en situaciones de potencia limitada. Por ello, en caso de una transmisión simultánea del PRACH y del PUCCH/PUSCH, las potencias de transmisión para el PRACH, PUSCH y PUCCH dentro de un RRI debería cumplir la relación:

$$P_{PUCCH}(i) + \sum_c P_{PUSCH_c}(i) + P_{PRACH}(i) \leq P_{MAX} \quad (6)$$

en la que  $P_{PRACH}(i)$  es la potencia de transmisión para la transmisión del PRACH en el TTI  $i$ , mientras que en caso de que sea necesario el escalado de la potencia debido a la limitación de potencia, se deberá cumplir la siguiente relación en un escenario de ejemplo:

$$P_{PUCCH}(i) + s \cdot \sum_c w_c \cdot P_{PUSCH_c}(i) + P_{PRACH}(i) \leq P_{MAX} \quad (7)$$

En una implementación de ejemplo más detallada, el valor inicial de la potencia para la transmisión del preámbulo (es decir, el valor de  $P_{PRACH}(i)$ ) se puede basar en una estimación de bucle abierto del equipo de usuario con compensación completa de la pérdida de ruta. Esto puede asegurar que la potencia recibida de los preámbulos del RACH es independiente de la pérdida de ruta. El eNodeB puede asimismo configurar un desfase adicional de la potencia para el PRACH, dependiendo, por ejemplo, de la SINR recibida deseada, de la interferencia del enlace ascendente medida y del nivel de ruido en los intervalos de tiempo-frecuencia asignados a los preámbulos del RACH y, posiblemente, del formato del preámbulo. Además, el eNodeB puede configurar opcionalmente la rampa de potencia del preámbulo de tal manera que la potencia de transmisión  $P_{PRACH}(i)$  para cada preámbulo transmitido, es decir, en caso de que el intento de transmisión del PRACH no haya tenido éxito, aumente en un escalón fijo.

Existen diferentes alternativas para el escalado de la potencia para el caso de transmisión simultánea del PRACH y del PUCCH/PUSCH. Una opción es que la potencia de transmisión del PRACH  $P_{PRACH}(i)$  esté priorizada sobre la

potencia de transmisión del PUSCH  $\sum_c P_{PUSCH_c}(i)$ , de manera similar a la potencia de transmisión del PUCCH  $P_{PUCCH}(i)$ . Esta opción se muestra en relación con la fórmula (7) anterior.

De manera alternativa, otra opción es priorizar las transmisiones en el PUCCH/PUSCH sobre las transmisiones del PRACH. En este caso, el equipo de usuario reduciría primero la potencia de transmisión  $P_{PRACH}(i)$  del PRACH y, a

continuación, reduciría la potencia de transmisión  $\sum_c P_{PUSCH_c}(i)$  del PUSCH (si es necesario).

En una tercera opción, no se permite ninguna transmisión simultánea del PRACH y el PUCCH/PUSCH. Por ello, en este caso, el equipo de usuario descarta la transmisión del PUCCH/PUSCH o la transmisión del PRACH. Dado que el desfase de temporización es diferente entre el PRACH y el PUCCH/PUSCH, la utilización completa del Amplificador de potencia (PA – Power amplifier, en inglés) es bastante difícil.

En otras palabras, una priorización ente la potencia de transmisión para una transmisión de PUSCH y una potencia de transmisión para la transmisión del PRACH (es decir, la transmisión de un preámbulo de RACH) define cómo realiza un equipo de usuario el control de la potencia cuando transmite en diferentes canales físicos dentro de un mismo intervalo de tiempo de transmisión.

De acuerdo con una realización de la invención, un equipo de usuario utiliza diferentes niveles de potencia de transmisión para transmisiones de enlace ascendente simultáneas a través de un PRACH y a través de un PUSCH. Utilizando diferentes niveles de potencia, el equipo de usuario puede cumplir una restricción de potencia dada, tal como se ilustrará, a continuación, a modo de ejemplo, con referencia al diagrama de flujo de la figura 16.

- 5 Para ajustar la potencia de transmisión utilizada por un equipo de usuario para las transmisiones de enlace ascendente, el equipo de usuario determina primero una prioridad para las transmisiones del PRACH y del PUSCH (véase la etapa 1601). Además, el equipo de usuario determina la potencia de transmisión para la transmisión del PUSCH (véase la etapa 1602) y para la transmisión del PRACH (véase la etapa 1603) que se va a realizar en el mismo intervalo de tiempo de transmisión. En concreto, estos niveles de potencia se pueden determinar sobre la
- 10 base de la portadora de componentes de enlace ascendente en la que se va a realizar cada una de las transmisiones. Resultará evidente que una transmisión de PRACH y de PUSCH que va a ocurrir en una misma subtrama se debe realizar en diferentes portadoras de componentes de enlace ascendente (es decir, por parte de un equipo de usuario que soporta agregación de portadoras). Este equipo de usuario puede ser un equipo de usuario de LTE-A.
- 15 A continuación, el equipo de usuario reduce la potencia de transmisión determinada para la transmisión del PUSCH y/o la transmisión del PRACH (véase la etapa 1604). Esta reducción de la potencia se realiza de acuerdo con una priorización entre la potencia de transmisión para la transmisión del PUSCH y la potencia de transmisión para la transmisión del PRACH. Reduciendo la potencia de transmisión de acuerdo con la máxima potencia de transmisión disponible del equipo de usuario, el equipo de usuario se puede adaptar para alcanzar una restricción de potencia
- 20 dada en una situación de potencia limitada. A continuación, el equipo de usuario aplica la reducción de potencia determinada a la potencia de transmisión determinada del PRACH y del PUSCH (véase la etapa 1605) y transmite la transmisión del PRACH y del PUSCH a la potencia de transmisión reducida en la portadora de componentes de enlace ascendente respectiva (véase la etapa 1606).

25 Un equipo de usuario que soporta agregación de portadoras puede realizar simultáneamente un acceso al RACH mientras transmite el PUSCH/PUCCH en otras portadoras de componentes. En otras palabras, un equipo de usuario se puede encontrar con situaciones en las que transmite un preámbulo de RACH, es decir, transmisión del PRACH, y en el mismo TTI, transmite también el PUSCH y/o el PUCCH. Pueden ocurrir transmisiones simultáneas del PRACH y del PUCCH /PUSCH por ejemplo en una situación en la que un equipo de usuario está fuera de sincronismo en el enlace ascendente en una portadora de componentes, mientras que seguirá estando sincronizado en el enlace ascendente en otra portadora de componentes de enlace ascendente. Para obtener de nuevo la sincronización en el enlace ascendente, el equipo de usuario realiza un acceso al RACH, por ejemplo, un acceso al RACH sin conflicto ordenado por el PDCCH para la portadora de componentes que está fuera de sincronismo. Además, cuando ningún canal de solicitud de planificación dedicado está configurado para un equipo de usuario en el PUCCH, el equipo de usuario puede iniciar también un acceso al RACH con el fin de solicitar recursos de enlace

30 ascendente, por ejemplo, en caso de que lleguen nuevos datos a la memoria temporal del equipo de usuario.

35 En LTE, el control de la potencia del enlace ascendente, tal como se ha descrito en la sección de Antecedentes técnicos de esta memoria, se define para el canal compartido de enlace ascendente físico (PUSCH), el canal de acceso aleatorio físico (PUCCH) y las Señales de referencia de sondeo (SRS), dando la impresión de que no se aplica para el canal compartido de enlace ascendente físico (PRACH). Sin embargo, es necesario considerar la transmisión del PRACH cuando se necesita utilizar escalado de la potencia para las limitaciones de potencia.

40 Convencionalmente, solo se consideran el PUCCH, el PUSCH con información de control de enlace ascendente (UCI) multiplexada y el PUSCH para el caso de limitación de potencia, donde al PUCCH se le proporciona la prioridad más alta sobre el PUSCH. Una transmisión de PUSCH que tiene UCI multiplexada se considera de mayor prioridad que una transmisión de PUSCH sin (w/o – WithOut, en inglés) UCI multiplexada y, por lo tanto, priorizada. Esto conduce al siguiente orden de prioridad:

PUCCH > PUSCH con UCI > PUSCH sin UCI

Además, el valor inicial de la potencia para la transmisión de un preámbulo de RACH puede estar basado en una estimación de bucle abierto con compensación completa de la pérdida de ruta. Esto permitiría asegurar que la potencia recibida del preámbulo de RACH en el eNodeB es independiente de la pérdida de ruta.

50 De acuerdo con una realización más detallada de la invención, el eNodeB configura para las transmisiones de RACH un desfase de potencia adicional a aplicar además de la potencia determinada a partir del mecanismo de control de la potencia de bucle abierto convencional. Las implementaciones de ejemplo para la determinación del desfase de potencia para las transmisiones del RACH pueden estar basadas en la SINR recibida deseada, en la interferencia de enlace ascendente y el nivel de ruido medidos en los intervalos de tiempo-frecuencia asignados a los preámbulos del RACH, y en el formato del preámbulo.

55

De acuerdo con otra realización detallada de la invención, el eNodeB puede reconfigurar la rampa de la potencia del preámbulo de tal manera que la transmisión para cada preámbulo retransmitido, es decir, en caso de que el intento de transmisión del PRACH no haya tenido éxito, aumenta en un escalón fijo.

En otras palabras, existen diferentes soluciones para implementar el aspecto de la invención para realizar el escalado de la potencia para el caso de transmisiones simultánea del PRACH y del PUCCH/PUSCH.

5 De acuerdo con una implementación de la invención, la potencia de transmisión del PRACH se prioriza sobre la potencia de transmisión del PUSCH, de manera similar a la potencia de transmisión del PUCCH. Esto conduce al siguiente orden de prioridad:

PUCCH > PRACH > PUSCH con UCI > PUSCH sin UCI

Otra implementación de la invención proporciona una ventaja adicional cuando se prioriza el PUSCH con UCI multiplexada sobre una transmisión del PRACH. El PUSCH con UCI multiplexada incluye información crítica de tiempo viable. De acuerdo con ello, un orden de prioridad respectivo se puede implementar como sigue:

10 PUCCH > PUSCH con UCI > PRACH > PUSCH sin UCI

En otra implementación más de la invención las transmisiones del PUCCH/PUSCH se priorizan sobre el PRACH. En este caso, el equipo de usuario primero reduce la potencia de transmisión para una transmisión de PRACH y, a continuación, reduce la potencia de transmisión para una transmisión del PUSCH (si es necesario). Un orden de prioridad se puede especificar como sigue:

15 PUCCH > PUSCH con UCI > PUSCH sin UCI > PRACH

20 Las implementaciones de la invención descritas anteriormente son compatibles con diferentes configuraciones de equipos de usuario. Por ejemplo, un equipo de usuario puede estar configurado con portadoras de componentes de enlace ascendente que pertenecen a más de un grupo de avances de temporización (TA), donde el equipo de usuario solo tiene un amplificador de potencia (PA – Power Amplifier, en inglés). De manera alternativa, el equipo de usuario puede estar configurado con varias portadoras de componentes de enlace ascendente que pertenecen a más de un grupo de TA, donde para cada grupo de TA las portadoras de componentes de enlace ascendente se prevé un amplificador de potencia (PA) separado.

25 En la configuración de ejemplo de un equipo de usuario que opera múltiples portadoras de componentes de enlace ascendente que pertenecen a más de un grupo de TA solo con un amplificador de potencia (PA), el equipo de usuario tiene que asegurar que no se produce ninguna transmisión simultánea de PRACH y de PUCCH/PUSCH. Una implementación de tal equipo de usuario necesitaría descartar la transmisión del PUCCH/PUSCH o del PRACH. Esto se debe al hecho de que los desfases de temporización entre el PRACH y el PUCCH/PUSCH son diferentes y, de manera similar al caso de los HSUPA, HS-DPCCH y DPCCH/DPDCH, una utilización completa del Amplificador de potencia (PA) es bastante difícil.

30 Otra realización de la invención se refiere a la priorización de múltiples transmisiones de RACH dentro de un TTI.

35 Una implementación correspondiente de la invención es un equipo de usuario que decide cuál de las diferentes transmisiones de RACH debe priorizar sobre la base de un orden de acuerdo con el índice de célula de las portadoras de componentes de enlace ascendente correspondientes en las que se debe transmitir el preámbulo del PRACH. En esta implementación, la prioridad más alta se puede asignar a la transmisión del PRACH en la portadora de componentes de enlace ascendente con el menor índice de célula.

40 Otra implementación de la invención es un equipo de usuario que distingue entre los procedimientos de RACH iniciados por el equipo de usuario y los procedimientos de RACH que están ordenados por el eNodeB con un orden de PDCCH (lo que se denomina también acceso de RACH sin conflictos). En esta implementación, a los procedimientos de RACH mediante un eNodeB se les asigna una prioridad mayor que a aquellos iniciados por el equipo de usuario.

Además, las dos implementaciones de esquemas de prioridad mencionadas anteriormente se pueden combinar. En este caso, el equipo de usuario primero ordena los procedimientos de RACH sobre la base del orden de PDCCH o el inicio del UE y, a continuación, ordena los procedimientos de RACH de ambos grupos de acuerdo con el índice de célula de las portadoras de componentes correspondientes.

45 Tal como se ha indicado anteriormente, otra realización detallada de la invención es reconfigurar el procedimiento de rampa de potencia del preámbulo de RACH realizado por un equipo de usuario de tal manera que la transmisión para cada preámbulo retransmitido, es decir, en caso de intento de transmisión de PRACH no haya tenido éxito, aumente en un escalón fijo.

50 En caso de que el equipo de usuario agregue varias portadoras de componentes de enlace ascendente de más de un solo grupo de TA en el que múltiples procedimientos de RACH resultan necesarios. Un ejemplo puede ser una transferencia, en la que el equipo de usuario necesita aplicar agregación de portadoras con portadoras activadas en el eNodeB de objetivo. En este caso parte del procedimiento de transferencia es alinear en el tiempo todos los grupos de TA con las portadoras de componentes activadas. Si esto se realiza consecutivamente, esto introduce un retardo adicional, pero también los procedimientos de RACH simultáneos aumentan el retardo, dado que muy



probablemente las oportunidades de RACH en diferentes enlaces ascendentes en células secundarias se establecerán ligeramente separadas entre sí, con el fin de permitir que el eNodoB gestione eficientemente los recursos del preámbulo del RACH y evitar demasiadas transmisiones de PRACH dentro de un TTI.

5 Otra situación en la que pueden ocurrir múltiples (consecutivas) transmisiones de RACH, es cuando un equipo de usuario está planificado para transmisiones de datos en varias portadoras de componentes de enlace ascendente que pertenecen a diferentes grupos de TA que no están alineados en el tiempo (esto podría ser debido a inactividad durante un periodo más largo).

10 Además, en otra situación de ejemplo, puede ser necesario que un equipo de usuario alinee en el tiempo de manera instantánea una portadora de componentes tras la activación. En este caso, cuando un equipo de usuario recibe una orden de activación para varias portadoras de componentes que pertenecen a más de un grupo de TA y estos grupos de TA actualmente no están alineados en el tiempo, el equipo de usuario necesita realizar procedimientos de RACH para todos estos grupos de TA simultáneamente.

15 Por lo tanto, de acuerdo con una realización de ejemplo de la invención, el equipo de usuario puede necesitar realizar múltiples procedimientos de RACH simultáneamente, de tal manera que el retardo adicional que se induciría realizando los procedimientos de RACH consecutivamente, se reduce. El objetivo es aproximarse al tiempo de retardo de un solo procedimiento de RACH y, por ello, el retardo provocado por los procedimientos de RACH adicionales se debería minimizar.

De acuerdo con una implementación de ejemplo, el equipo de usuario aumenta una potencia de transmisión para realizar la transmisión del preámbulo de RACH con el fin de minimizar la probabilidad de retransmisión.

20 Un equipo de usuario determina la potencia del PRACH [dBm] como sigue:

$$P_{PRACH_c}(i) = \min \{ P_{0\_PRACH} - PL(i) + (N - 1)\Delta_{RACH} + \Delta_{Preámbulo}, P_{MAX} \}$$

Para encontrar el valor óptimo para el  $P_{PRACH}$ , un equipo de usuario tiene varias opciones, según se describen a continuación.

25 Una implementación de la invención es aumentar  $P_{0\_PRACH}$  cuando el equipo de usuario agrega múltiples portadoras de componentes de enlace ascendente con oportunidad de PRACH. En este contexto puede resultar ventajoso, si el eNodoB señala diferentes valores de desfase, por ejemplo, un primer valor de desfase  $P_{0\_PRACH}$  y un segundo valor de desfase  $P_{0\_PRACH\_múltiple}$  al equipo de usuario. El equipo de usuario puede configurar los dos valores de desfase. El primer valor de desfase  $P_{0\_PRACH}$  se puede utilizar cuando el equipo de usuario solo agrega una portadora de componentes con oportunidad de PRACH. Esta sería entonces la célula primaria.

30 El segundo desfase  $P_{0\_PRACH\_múltiple}$  tiene una potencia mayor que el primer desfase  $P_{0\_PRACH}$ , con el fin de aumentar la probabilidad de tener éxito con la transmisión inicial del PRACH y de reducir el retardo que se introduciría cuando se tuviese que retransmitir el PRACH. El segundo desfase  $P_{0\_PRACH\_múltiple}$  se puede aplicar en caso de que el equipo de usuario agregue múltiples portadoras de componentes, y se realicen múltiples procedimientos de RACH.

En este caso, el equipo de usuario determina la potencia del PRACH [dBm] como:

35 
$$P_{PRACH_c}(i) = \min \{ P_{0\_PRACH\_múltiple} - PL(i) + (N - 1)\Delta_{RACH} + \Delta_{Preámbulo}, P_{MAX} \}$$

40 En una implementación alternativa a la señalización del desfase  $P_{0\_PRACH\_múltiple}$ , un equipo de usuario selecciona un valor más alto predefinido (es decir, el siguiente valor más alto de entre los valores posibles para `preambleInitialReceivedTargetedPower` (Potencia de objetivo recibida inicial para el preámbulo), tal como se especifica en la sección 6.2.2 del documento TS 36.331 del 3GPP, "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Radio Resource Control (RRC); protocol specification", versión 10.0.0, disponible en <http://www.3gpp.org>. Este podría ser el siguiente valor más alto o un n predefinido para seleccionar el valor más alto de orden n.

45 En otra realización de ejemplo, el valor de N en la fórmula anterior se ajusta de tal manera que N ya está mejor adaptado a la potencia actual y a la situación de pérdida de ruta, que empezar con un valor inicial de N = 1. En caso de que ya haya habido un procedimiento de RACH anterior en una portadora de componentes, el equipo de usuario reutiliza el último valor de N que ha demostrado su eficacia en la transmisión del último preámbulo del RACH para realizar la transmisión del preámbulo inicial en el procedimiento de RACH actual en esa portadora de componentes, en lugar de utilizar el valor inicial de 1. En caso de que no hubiese ningún procedimiento de RACH anterior en esa portadora de componentes, el equipo de usuario puede empezar utilizando el valor inicial de 1. Esta implementación se puede utilizar también cuando solo existe una única portadora de componentes que ofrece oportunidades de RACH.

50

Otra realización de ejemplo de la invención considera la selección del valor de N en una situación en la que el procedimiento de RACH en una portadora de componentes de enlace ascendente es el primer procedimiento de

PRACH en esa portadora de componentes de enlace ascendente, pero el equipo de usuario ha realizado ya un procedimiento de PRACH anterior en otra portadora de componentes de enlace ascendente. En este caso el equipo de usuario puede utilizar el último valor satisfactorio de N en otra portadora de componentes, y lo aplica para determinar la potencia de PRACH inicial para la portadora de componentes con el procedimiento de RACH inicial.

5 De manera alternativa, dado que el equipo de usuario siempre realiza un primer acceso de PRACH en la portadora de componentes primaria (es decir, la célula primaria, PCélula) el equipo de usuario puede ser configurado para referirse siempre el valor de N desde la última transmisión de PRACH con éxito en la portadora de componentes primaria (Pcélula) para su utilización como valor inicial de N para otro acceso de PRACH en una portadora de componentes diferente.

10 La utilización de N, tal como se ha descrito anteriormente, puede resultar beneficiosa, debido a que no es necesario especificar ningún parámetro adicional y el equipo de usuario aplica una regla simple para determinar un mejor valor de la potencia de transmisión para la realización de un procedimiento de PRACH. Además, cuando el equipo de usuario está implementado para utilizar el valor de N de la última transmisión de PRACH con éxito en los mismos niveles de potencia de portadora de componentes para cada portadora de componentes, cada oportunidad de RACH se puede ajustar individualmente combinándola con la implementación diferente, tal como se ha presentado o se presenta a continuación.

Otra implementación de acuerdo con otra realización de la invención puede incluir ajustar el nivel de potencia para la transmisión del PRACH inicial introduciendo un parámetro adicional  $\Delta_{\text{desfase}}$  para añadir a la fórmula original para determinar la potencia de transmisión del PRACH [dBm] como sigue:

20 
$$P_{\text{PRACH}_c}(i) = \min\{P_{\text{O\_PRACH}} - \text{PL}(i) + (N - 1)\Delta_{\text{RACH}} + \Delta_{\text{Preámbulo}} + \Delta_{\text{desfase}_c}, P_{\text{MAX}}\}$$

En este contexto, el eNodoB puede configurar de manera individual el valor  $\Delta_{\text{desfase}_c}$  para cada portadora de componentes agregada c con oportunidad de RACH. De acuerdo con ello, el eNodoB puede controlar la potencia de RACH inicial a realizar por los equipos de usuario para cada grupo de TA de manera separada. De manera alternativa, podría resultar ventajoso proporcionar un primer desfase  $\Delta_{\text{desfase}_{\text{Pcélula}}}$  para su utilización con los procedimientos de RACH en la portadora de componentes primaria (Pcélula) y otro desfase  $\Delta_{\text{desfase}_{\text{Scélula}}}$  para los procedimientos de RACH en las células secundarias (Scélulas). Además, existe asimismo la posibilidad de formar grupos de portadoras de componentes con oportunidad de PRACH que utilizan el valor de  $\Delta_{\text{desfase}}$  que ha demostrado su eficacia anteriormente.

30 Es importante observar que, a menos que se especifique otra cosa, todas las implementaciones descritas anteriormente se pueden utilizar en combinación.

Tal como se ha descrito anteriormente, actualmente un procedimiento de RACH se inicia mediante la orden del eNodoB (es decir, el eNodoB envía un PDCCH que contiene una orden para que el UE inicie el procedimiento de RACH), por ejemplo, tras la llegada de datos al equipo de usuario que se deben enviar en el enlace ascendente cuando la portadora de enlace ascendente no está alineada en el tiempo, o durante la transferencia.

35 De acuerdo con otra realización de la invención, una nueva activación para iniciar el procedimiento de RACH permite la reducción del retardo total de los procedimientos de RACH, cuando son posibles múltiples procedimientos de RACH en las portadoras de componentes agregadas en un equipo de usuario. Esta activación se implementa como orden de activación para una portadora de componentes que pertenece a un grupo de TA que actualmente no está alineado en el tiempo. Tras la recepción de un CE de MAC que contiene la orden de activación, un equipo de usuario envía un mensaje de información de retorno (ACK – ACKnowledgement, en inglés) en el enlace ascendente y espera un número predefinido de subtramas (por ejemplo, dos subtramas) antes de iniciar un procedimiento de RACH. En este momento el eNodoB ha recibido el ACK e inherentemente sabe que un equipo de usuario iniciará un procedimiento de RACH. En consecuencia, la orden de activación de la portadora de componentes tal como la transmitida el eNodoB, puede servir como activación para iniciar el procedimiento de RACH. Por ello, el retardo total de los procedimientos de RACH se reduce, ahorra tiempo de la transmisión de PDCCH adicional que el eNodoB habría enviado al equipo de usuario para ordenar el procedimiento de RACH. Como resultado, un procedimiento de RACH se puede iniciar antes y el retardo se reduce.

50 En otra realización de ejemplo de la invención, el equipo de usuario está configurado para activar la realización de un procedimiento de RACH para todos los grupos de TA actualmente desalineados tras la llegada de los datos de enlace ascendente al equipo de usuario. Tal activación para la realización de procedimientos de RACH para todos los grupos de TA actualmente desalineados permite al eNodoB planificar rápidamente todas las portadoras de enlace ascendente activadas en el equipo de usuario.

55 Una realización alternativa de la invención sugiere que un equipo de usuario está configurado para realizar solo procedimientos de RACH en portadoras de componentes secundarias (es decir, en portadoras de componentes distintas de la portadora de componentes primaria (PCélula)) en respuesta a una orden del PDCCH. En otras palabras, el equipo de usuario no está autorizado a realizar un procedimiento de RACH en una portadora de componentes secundaria (SCélula) por propia voluntad. Esto puede resultar ventajoso dado que el eNodoB tiene un

control total sobre los procedimientos de RACH en las portadoras de componentes secundarias (SCélulas) en un equipo de usuario debido a que el eNodoB es capaz de determinar un punto exacto del tiempo y la portadora de componentes en la que el equipo de usuario inicia un procedimiento de RACH.

5 Tal como se ha indicado anteriormente, otro aspecto de la invención es el valor de la potencia de transmisión para los procedimientos de acceso aleatorio (RACH) basándose en el número de procedimiento de RACH necesarios para la alineación en el tiempo de varias portadoras de componentes de enlace ascendente.

10 Los grupos de avances de temporización han sido introducidos para agrupar las portadoras de componentes de enlace ascendente que experimentan un retardo de propagación similar. Como resultado, un eNodoB está autorizado a controlar un avance de temporización de todas las portadoras de componentes de enlace ascendente que pertenecen al mismo grupo. Con este propósito, el eNodoB podría utilizar un solo mecanismo de RACH para la alineación inicial en el tiempo, es decir, realizando el Procedimiento de avance de temporización inicial, y a continuación, envía órdenes de actualización de avance de temporización (TA) a través de elementos de control de MAC (CE de MAC).

15 Con respecto a la implementación de la concordancia entre el elemento de control de MAC que incluye la orden de actualización de TA y el grupo de avances de temporización (TA) respectivo pueden existir varias opciones. Por ejemplo, la coincidencia entre los grupos de TA y los elementos de control de MAC que incluyen la orden de actualización de TA se podría dejar a la implementación del equipo de usuario. De manera alternativa, se podría proporcionar un indicador dentro del elemento de control de MAC que permita al equipo de usuario identificar el grupo de TA respectivo de un elemento de control de MAC recibido que comprende la orden de actualización de TA.  
20 Otra alternativa más requeriría que el eNodoB transmitiese el elemento de control de MAC que incluye la orden de TA en al menos una de las portadoras de componentes de enlace descendente que pertenecen a un grupo de TA respectivo.

25 No obstante, incluso con la implementación de grupos de TA, el equipo de usuario puede estar obligado por las restricciones resultantes de la definición del procedimiento de acceso aleatorio (RACH). Como ya se ha indicado anteriormente, un procedimiento de RACH necesita procesar recursos e introduce restricciones en las transmisiones de enlace ascendente que un equipo de usuario puede realizar en paralelo. En concreto, las restricciones en las transmisiones de enlace ascendente que se pueden realizar en paralelo resultan de una alineación en el tiempo diferente entre una transmisión de enlace ascendente de PRACH (por ejemplo, la transmisión del preámbulo de acceso aleatorio en las etapas 801 y 902, tal como se muestra en las figuras 8 y 9) y las transmisiones del PUSCH como se han mostrado a modo de ejemplo en la figura 13.  
30

35 Con más detalle, las transmisiones del PRACH y el PUSCH o las transmisiones del PUCCH utilizan diferentes avances de temporización de enlace ascendente (las transmisiones del PRACH siempre están alineadas a la temporización de recepción del enlace descendente, en las que el avance de temporización (TA) es 0, mientras que las transmisiones del PUSCH y el PUCCH solo están autorizadas en una portadora de componentes de enlace ascendente cuando la portadora de componentes de enlace ascendente está alineada en el tiempo, donde el avance de temporización (TA) es mayor que 0). Además, para las transmisiones del PRACH se aplica una duración de guarda diferente. De acuerdo con esto, pueden aparecer dificultades en la regulación de una potencia de transmisión total, y fluctuaciones de potencia en la potencia de transmisión, si las transmisiones del PUSCH/PUCCH y las transmisiones del PRACH deben ser transmitidas simultáneamente a través del mismo amplificador de potencia. La figura 13 ilustra una situación de ejemplo en la que se aplican diferentes temporizaciones a las transmisiones del PRACH y del PUCCH/PUSCH.  
40

45 Para evitar que el desalineamiento provoque fluctuaciones de potencia, se deben evitar las transmisiones de enlace ascendente simultáneas en portadoras de componentes de enlace ascendente con diferentes valores de avance de temporización a través del mismo amplificador de potencia. Una implementación de ejemplo de un equipo de usuario que alcanza la restricción anterior tendría que asegurar que todas las transmisiones de enlace ascendente a través de un amplificador de potencia estuviesen en portadoras de componentes de enlace ascendente pertenecientes a un mismo grupo de avances de temporización (TA), empleando, por ello, un mismo valor del avance de temporización que, por lo tanto, implicaría transmisiones de enlace ascendente sincronas en el tiempo. La implementación del equipo de usuario de ejemplo tendría que evitar también utilizar este amplificador de potencia para las transmisiones de enlace ascendente en portadoras de componentes de enlace ascendente con un avance de temporización diferente.  
50

En consecuencia, cada grupo de avances de temporización (TA) se asigna en un equipo de usuario con un amplificador de potencia "propio" separado.

55 Esto significa que, de acuerdo con una realización de la invención para la alineación en el tiempo de una o más portadoras de componentes de enlace ascendente, solo se realizan un número necesario de procedimientos de RACH, en el que se determina una potencia de transmisión para realizar todos los uno o más grupos de avances de temporización de acuerdo con el número de procedimiento de RACH necesarios.

- La figura 17 muestra un diagrama de flujo correspondiente a esta realización de la invención. Tal como se muestra en la figura 17, un equipo de usuario está configurado con portadoras de componentes de enlace ascendente que se deben alinear en el tiempo. Antes de realizar un procedimiento de RACH, el equipo de usuario determina (véase la etapa 1701) cuántos procedimientos de RACH se necesitan para utilizar el número proporcionado de amplificadores de potencia de una manera ventajosa cumpliendo las restricciones de RACH descritas anteriormente. Suponiendo que el número de procedimientos de RACH necesarios es menor que el número de portadoras de componentes de enlace ascendente que se deben alinear en el tiempo, el equipo de usuario ahorra energía y limita la utilización de recursos de procesamiento.
- Habiendo determinado el número de procedimiento de RACH necesarios, el equipo de usuario determina una potencia de transmisión para los preámbulos de RACH de los procedimientos de RACH (véase la etapa 1702). A continuación, el equipo de usuario realiza los procedimientos de RACH necesarios en la potencia de transmisión determinada para la alineación en el tiempo de las portadoras de componentes de enlace ascendente (véase la etapa 1703).
- En una implementación de ejemplo, el equipo de usuario determina una potencia de transmisión para los preámbulos de RACH enviados en los procedimientos de RACH necesarios reutilizando la energía ahorrada de la etapa 1701. Con más detalle, dividir una cantidad total de la potencia de transmisión disponible por un número menor de procedimientos de RACH necesarios (suponiendo que el número de procedimientos de RACH necesarios es de hecho menor que el número de portadoras de componentes de enlace ascendente que se deben alinear en el tiempo) permite al equipo de usuario realizar cada procedimiento de RACH con una potencia de transmisión mayor.
- De acuerdo con otra implementación de ejemplo, el equipo de usuario determina la potencia de transmisión para todos los procedimientos de RACH necesarios conmutando entre el desfase  $P_{0\_PRACH}$  y el  $P_{0\_PRACH\_múltiple}$ . Utilizar el primer desfase  $P_{0\_PRACH}$  cuando se determina la potencia de transmisión para realizar un procedimiento de RACH, en caso de que se necesite un procedimiento de RACH y utilizar el desfase segundo, de mayor valor  $P_{0\_PRACH\_múltiple}$  en caso de que se necesiten múltiples procedimientos de RACH, permite al equipo de usuario mejorar la probabilidad de éxito cuando se realiza cada procedimiento de RACH, y se reduce el retardo introducido por los procedimientos de RACH.
- De acuerdo con otra implemente de ejemplo más, el equipo de usuario solo determina la potencia de transmisión para todos los procedimientos de RACH necesarios conmutando entre el desfase  $P_{0\_PRACH}$  y el  $P_{0\_PRACH\_múltiple}$ . No obstante, en esta implementación de ejemplo, el equipo de usuario utiliza el primer desfase  $P_{0\_PRACH}$  cuando determina la potencia de transmisión para realizar un procedimiento de RACH en la portadora de componentes primaria (PCélula), y utiliza el desfase segundo, de mayor valor  $P_{0\_PRACH\_múltiple}$  para los procedimientos de RACH en portadoras de componentes secundarias (SCélulas). Dado que puede haber más de una célula secundaria (Scélula), un aumento en la potencia de transmisión para realizar los procedimientos de RACH en las células secundarias mejora la probabilidad de éxito y, por ello, reduce el retardo introducido por los procedimientos de RACH.
- En una realización más detallada de la invención ilustrada en la figura 18, el equipo de usuario determina el número de procedimientos de RACH necesarios sobre la base del número de grupos de TA a los que pertenecen las portadoras de componentes de enlace ascendente, y de los grupos de TA con portadoras de componentes de enlace ascendente ya alineadas en el tiempo.
- Primero, el equipo de usuario determina para el alineamiento en el tiempo de una o más portadoras de componentes de enlace ascendente, el número de grupos de TA a los que pertenecen las portadoras de componentes de enlace ascendente (véase la etapa 1801). Por ello, el equipo de usuario puede asegurar que como mucho se realiza un procedimiento de RACH por cada grupo de TA. En caso de que el equipo de usuario no esté alineado en el tiempo con alguna portadora de componentes de enlace ascendente, el número de procedimientos de RACH realizados es igual al número de grupos de TA a los que pertenecen las portadoras de componentes de enlace ascendente.
- Segundo, el equipo de usuario excluye grupos de TA con portadoras de componentes de enlace ascendente ya alineadas en el tiempo (véase la etapa 1802). Más en detalle, el equipo de usuario excluye de una lista de grupos de TA (por ejemplo,  $x_{nec}$  grupos de TA) a los que pertenecen las portadoras de componentes de enlace ascendente aquellos grupos de TA (por ejemplo, los  $x_{alin}$  grupos de TA) a los que pertenece la portadora de componentes ya alineada en el tiempo. En una implementación de esta realización de la invención, un equipo de usuario está configurado para reutilizar el valor del avance de temporización de una portadora de componentes de enlace ascendente ya alineada en el tiempo para la alineación en el tiempo de diferentes portadoras de componentes de enlace ascendente del mismo grupo de TA.
- Tercero, el equipo de usuario determina el número de procedimientos de RACH necesarios como el número de grupos de TA a los que pertenecen las portadoras de componentes de enlace ascendente que se deben alinear en el tiempo menos el número de grupos de TA a los que pertenece la portadora de componentes de enlace ascendente ya alineada en el tiempo  $m = x_{nec} - x_{alin}$  (véase la etapa 1803). Excluir los grupos de TA a los que pertenece la portadora de componentes de enlace ascendente ya alineada en el tiempo, resulta en un número de procedimientos de RACH necesarios y una lista de grupos de TA, a los que pertenece al menos una de las

portadoras de componentes de enlace ascendente, y en los que el equipo de usuario no tiene una alineación de en el tiempo. En otras palabras, el número de procedimientos de RACH necesarios corresponde al mínimo de procedimientos de RACH que se deben realizar para la alineación en el tiempo de portadoras de componentes de enlace ascendente sin realizar ninguna suposición en el avance de temporización preconfigurado o correlacionado para las portadoras de componentes de enlace ascendente.

A continuación, el equipo de usuario determina una potencia de transmisión para realizar el número necesario de m procedimientos de RACH (véase la etapa 1804). Esta etapa corresponde a la etapa 1702 de la figura 17 y se puede realizar mediante las mismas implementaciones, según se sugiere con respecto a la figura 17.

A continuación, el equipo de usuario realiza los procedimientos de RACH necesarios a la potencia de transmisión determinada para la alineación en el tiempo de las portadoras de componentes de enlace ascendente (véase la etapa 1703).

Considerando las restricciones anteriores, una implementación ventajosa del equipo de usuario de la invención a limita las transmisiones del preámbulo de acceso aleatorio solo a una por cada grupo de avances de temporización, de tal manera que solo se permite la transmisión de un preámbulo de PRACH para las portadoras de componentes de enlace ascendente que pertenecen a un mismo grupo de avances de temporización. En el que de las una o más portadoras de componentes de enlace ascendente que pertenecen a un mismo grupo de TA, el equipo de usuario realiza un procedimiento de RACH que puede estar configurado por el eNodoB. Otra implementación alternativa puede dejar la selección de la portadora de componentes de enlace ascendente que realiza el procedimiento de RACH al equipo de usuario, en la que el equipo de usuario elige una de las portadoras de componentes de enlace ascendente que pertenecen a un grupo de TA para transmitir los preámbulos de PRACH.

La figura 14 muestra una configuración de ejemplo en la que un equipo de usuario ha agregado cinco portadoras de componentes de enlace ascendente entre las cuales están activadas cuatro portadoras de componentes de enlace ascendente. Todas las portadoras de componentes de enlace ascendente pertenecen a un mismo grupo de TA, es decir, están sujetas a un retardo de propagación similar. En esta configuración de ejemplo, se realiza un procedimiento de RACH en la primera portadora de componentes de enlace ascendente (que puede corresponder a la portadora de componentes primaria/PCélula). Esta configuración de ejemplo cumple con la agregación de portadoras tal como se describe en la Versión 10 del estándar 3GPP.

La figura 15 muestra una configuración de ejemplo en la que un equipo de usuario agrega portadoras de componentes de enlace ascendente de diferentes ubicaciones geográficas (por ejemplo, de un eNodoB y una Cabecera de radio remota) y diferentes bandas de frecuencia. El eNodoB proporciona las portadoras de componentes de enlace ascendente 1, 2 y 3 y agrupa las portadoras de componentes de enlace ascendente 1, 2 y 3 en el grupo 1 de avances de temporización. Las portadoras de componentes de enlace ascendente 1, 2 y 3 experimentan un retardo de propagación similar. La cabeza de radio remota proporciona las portadoras de componentes de enlace ascendente 4 y 5 y una posición geográfica diferente y en una banda de frecuencia diferente. Estas portadoras de componentes experimentan un retardo de propagación diferente en comparación con las primeras tres portadoras de componentes. Para cumplir con estas diferencias de retardo de propagación, las portadoras de componentes de enlace ascendente 4 y 5 se suministran con un avance de temporización diferente y están agrupadas en el grupo 2 de avances de temporización.

Cada uno de los grupos 1 y 2 de avances de temporización se asocia con un amplificador de potencia diferente para cumplir las restricciones en términos de procedimientos de RACH permitidos, tal como se ha descrito anteriormente.

En el grupo 1 de avances de temporización con la portadora de componentes/PCélula primaria, el procedimiento de RACH está autorizado en la portadora de componentes/PCélula primaria, y en el otro grupo 2 de avances de temporización cualquier portadora de componentes de enlace ascendente podría ofrecer oportunidades para enviar el preámbulo de RACH. De acuerdo con esto, una implementación de ejemplo de la realización es que el equipo de usuario elija una de las portadoras de componentes de enlace ascendente del grupo de avances de temporización en el que se realizan los procedimientos de RACH. Una implementación alternativa de esta realización adapta el eNodoB de tal manera que el eNodoB puede configurar en cuál de las portadoras de componentes de enlace ascendente realiza el equipo de usuario los procedimientos de RACH. En la configuración de ejemplo mostrada en la figura 15 el equipo de usuario utiliza la portadora de componentes de enlace ascendente 4 para realizar los procedimientos de RACH.

En los ejemplos anteriores, se ha supuesto un escenario de agregación de ancho de banda, en el que el terminal móvil recibe múltiples asignaciones de recursos de enlace ascendente para diferentes portadoras de componentes dentro del mismo TTI. El concepto de introducir una prioridad, respectivamente un orden de prioridad para las asignaciones de enlace ascendente, se puede aplicar de igual manera para el caso de la multiplexación espacial. La multiplexación espacial denota una técnica de MIMO o un modo de transmisión de MIMO, en el que más de un bloque de transporte se puede transmitir al mismo tiempo y en la misma frecuencia utilizando múltiples antenas de recepción y transmisión. La separación de los diferentes bloques de transporte se realiza por medio del procesamiento de señal en el lado del receptor y/o del transmisor. Esencialmente los bloques de transporte se

transmiten en diferentes canales de MIMO, respectivamente capas de MIMO, pero en la misma portadora de componentes.

Utilizando multiplexación espacial – que se considera para un enlace ascendente de LTE-A- las asignaciones de recursos de enlace ascendente asignan un recurso de enlace ascendente a capas de MIMO en una portadora de componentes. Por ello, pueden existir múltiples asignaciones de recursos de enlace ascendente para capas individuales de MIMO en una portadora de componentes. De manera similar a la introducción de un orden de prioridad para las portadoras de componentes, también para los escenarios de MIMO se utiliza una prioridad u orden de prioridad de las asignaciones de recursos de enlace ascendente para las capas de MIMO en la generación de los bloques de transporte. El orden de prioridad de las capas de MIMO se podría preconfigurar (por ejemplo, durante el establecimiento del portador de radio) o se podría señalar mediante señalización de capa física, de MAC o de RRC, tal como se ha mencionado anteriormente.

Por ello, suponiendo un sistema de portadora de componentes única – tal como el LTE de Versión 8- las asignaciones de recursos de enlace ascendente a las capas individuales de MIMO de la portadora de componentes se podrían acumular a un bloque de transporte virtual, y se podría realizar un procedimiento de canal lógico en el bloque de transporte virtual, tal como se ha descrito anteriormente. El contenido del bloque de transporte virtual necesita ser entonces dividido en los bloques de transporte individuales de acuerdo con el orden de prioridad de sus asignaciones, y los bloques de transporte se transmiten a través de las antenas respectivas del terminal móvil.

De manera similar, también es posible una paralelización de los procedimientos de canal lógico juntos, operando en los bloques de transporte, respectivamente las asignaciones de recursos de enlace ascendente para las portadoras de componentes.

Además, los conceptos de la invención resumidos en esta memoria se pueden utilizar asimismo en los sistemas que proporcionan agregación de ancho de banda (es decir, se configuran múltiples portadoras de componentes) y multiplexación espacial. En este caso, la agregación de recursos de enlace ascendente concede un recurso en el enlace ascendente para transmitir un bloque de transporte en una capa de MIMO y una portadora de componentes dadas. También para este diseño de sistema, se pueden utilizar los procedimientos de canal lógico juntos de una forma similar a lo que se ha explicado anteriormente.

En este contexto, se debe observar que puede existir un orden de prioridad “conjunto” para las asignaciones de recursos de enlace ascendente por cada capa de MIMO y por cada portadora de componentes o, de manera alternativa, pueden existir órdenes de prioridad separadas, es decir, un orden de prioridad para las capas de MIMO (independiente de las portadoras de componentes) y un orden de prioridad para las portadoras de componentes (independiente de las portadoras de componentes). Tercero, existe asimismo la posibilidad de que se utilice multiplexación espacial, pero las capas de MIMO se suponen de la misma prioridad (de tal manera que no existe un orden de prioridad para las capas de MIMO), no obstante, existe un orden de prioridad para las portadoras de componentes.

En el primer caso, en el que existe una priorización “conjunta” basada en la capa de MIMO y la portadora de componentes, los procedimientos de priorización de canal lógico (conjunta) se pueden reutilizar para generar los bloques de transporte para las portadoras de componentes individuales y las capas de MIMO.

En los casos segundo y tercero, de acuerdo con una realización de la invención, las asignaciones de recursos de enlace ascendente de las capas de MIMO se acumulan primero (por ejemplo, de acuerdo con las prioridades de la capa de MIMO, si están disponibles) por cada portadora de componentes y, a continuación, los bloques de transporte virtuales obtenidos de las portadoras de componentes se acumulan de acuerdo con su orden de prioridad para realizar una priorización de canal lógico (conjunta) en el bloque de transporte virtual obtenido de la acumulación por portadoras de componentes.

Cuando se ha llenado el bloque de transporte virtual obtenido de la acumulación por portadoras de componentes con datos de los canales lógicos, los mismos se dividen de nuevo en bloques de transporte virtuales por portadora de componentes y, a continuación, los bloques de transporte virtuales por portadora de componentes se dividen de nuevo en bloques de transporte individuales para las respectivas capas de MIMO en cada portadora de componentes.

En otra realización de la invención, en el tercer caso en el que no existe orden de prioridad de las capas de MIMO, puede existir una asignación de recursos de enlace ascendente enviada por cada portadora de componentes que cubre todas las capas de MIMO. De acuerdo con ello, en este caso la acumulación de concesiones de enlace ascendente para las capas de MIMO en el procedimiento anterior, se pueden omitir. Sin embargo, es necesario dividir de nuevo los bloques de transporte virtuales por cada portadora de componentes obtenidos mediante división, en bloques de transporte para las capas de MIMO en cada portadora de componentes - por ejemplo, asignando particiones iguales de los bloques de transporte virtuales por cada portadora de componentes, a cada capa de MIMO, para su transmisión.

En alguna realización de la invención, los conceptos de la invención se han descrito con respecto a un sistema de LTE del 3GPP mejorado, en el que existe una portadora de componentes configurada en la interfaz aérea. Los

conceptos de la invención se pueden aplicar asimismo de igual manera a un sistema de LTE-A (LTE-A) del 3GPP que se explica actualmente en el 3GPP.

5 Otra realización de la invención se refiere a la implementación de las diferentes realizaciones descritas anteriormente utilizando hardware y software. Se reconoce que las diferentes realizaciones de la invención se pueden implementar o realizar utilizando dispositivos informáticos (procesadores). Un dispositivo informático o procesador puede, por ejemplo, ser un procesador de propósito general, procesadores de señal digital (DSP – Digital Signal Processor, en inglés), circuitos integrados específicos para una aplicación (ASIC – Application Specific Integrated Circuits, en inglés), matrices de puertas programables en campo (FPGA – Field Programmable Gate Arrays, en inglés) u otros dispositivos lógicos programables, etc. Las diferentes realizaciones de la invención se  
10 pueden realizar o poner en práctica asimismo mediante una combinación de estos dispositivos.

Además, las diferentes realizaciones de la invención se pueden implementar por medio de módulos de software, que se ejecutan mediante un procesador o directamente en hardware. También puede ser posible una combinación de módulos de software y una implementación de hardware. Los módulos de software se pueden almacenar en cualquier tipo de medios de almacenamiento legibles por ordenador, por ejemplo, RAM, EPROM, EEPROM,  
15 memoria rápida, registros, discos duros, CD-ROM, DVD, etc. Se debe observar además que las características individuales de las diferentes realizaciones de la invención pueden ser el asunto central de otra invención, individualmente o en combinación arbitraria.

Resultará evidente para un experto en la materia que se pueden hacer numerosas variaciones y/o modificaciones a la presente invención, tal como se muestra en las realizaciones específicas, sin separarse del alcance de la  
20 invención tal como se ha descrito en líneas generales. Las presentes realizaciones se deben considerar, por lo tanto, en todos los aspectos, como ilustrativas y no restrictivas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un aparato terminal, que comprende:

5 una sección de determinación, configurada para determinar (1602), para cada subtrama, la potencia para la transmisión de canal compartido de enlace ascendente físico (PUSCH) en una primera portadora de componentes que pertenece a un primer grupo de avance de temporización (TAG), y para determinar (1603) la potencia para la transmisión de canal de acceso aleatorio físico (PRACH) en una segunda portadora de componentes que pertenece a un segundo TAG, siendo el segundo TAG diferente del primer TAG;

10 una sección de escalado configurada para escalar (1604, 1605), cuando una potencia de transmisión total excede una potencia de transmisión máxima configurada para el aparato terminal  $P_{MAX}$ , siendo la potencia para la transmisión de PUSCH de tal manera que la potencia total escalada de la transmisión no excede  $P_{MAX}$  dentro de un intervalo de tiempo de transmisión en el que la transmisión de enlace ascendente simultánea en el PUSCH y en el PRACH ocurre; y

15 una sección de transmisión configurada para transmitir (1606) un bloque de transporte sobre el PUSCH de la primera portadora de componentes en la potencia escalada para la transmisión del PUSCH, y para transmitir un preámbulo de acceso aleatorio sobre el PRACH de la segunda portadora de componentes en la potencia determinada para la transmisión de PRACH.

20 2. El aparato terminal de acuerdo con la reivindicación 1, en el que cuando se transmite el PUSCH simultáneamente con un canal de control de enlace ascendente físico (PUCCH), la sección de determinación determina además la potencia para la transmisión del PUCCH, y la sección de escalado escala solo la potencia para la transmisión del PUSCH.

3. El aparato terminal de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la transmisión del PRACH es iniciada mediante una orden del PDCCH.

25 4. El aparato terminal de acuerdo con la reivindicación 1, en el que, cuando la transmisión del preámbulo de acceso aleatorio no ha sido solicitada y un canal de control de enlace ascendente físico (PUCCH) es transmitido simultáneamente con el PUSCH, la sección de determinación establece la potencia para la transmisión del PRACH en cero, y, además, determina la potencia para la transmisión del PUCCH en la primera portadora de componentes; y

la sección de escalado escala la potencia para la transmisión del PUSCH de tal manera que la potencia de transmisión total escalada no excede  $P_{MAX}$ .

30 5. El aparato terminal de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la sección de escalado escala la potencia para la transmisión del PUSCH por cada subtrama.

6. El aparato terminal de acuerdo con la reivindicación 1, en el que, cuando una pluralidad de PUSCH están configurados en una pluralidad de portadoras de componentes, la sección de escalado escala la potencia para la transmisión del PUSCH mediante la reducción de la potencia de la suma de la pluralidad de PUSCH.

35 7. El aparato terminal de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la sección de escalado escala la potencia total de la transmisión en un orden de prioridad del PRACH y el PUSCH, de tal manera que la potencia de transmisión para las transmisiones del PRACH se prioriza sobre la potencia de transmisión para las transmisiones del PUSCH.

8. Un método de ajuste de la potencia, que comprende:

40 determinar (1602), para cada subtrama, la potencia para la transmisión del canal compartido de enlace ascendente físico (PUSCH) en una primera portadora de componentes que pertenece a un primer grupo de temporización avanzada (TAG), y determinar (1603) la potencia para la transmisión del canal de acceso aleatorio físico (PRACH) en una segunda portadora de componentes que pertenece a un segundo TAG, siendo el segundo TAG diferente del primer TAG;

45 escalar (1604, 1065), cuando una potencia de transmisión total excede una potencia de transmisión máxima configurada para un aparato terminal  $P_{MAX}$ , la potencia para la transmisión del PUSCH, de tal modo que la potencia de transmisión total escalada no excede  $P_{MAX}$  dentro de un intervalo de tiempo de transmisión en el que se produce la transmisión simultánea del enlace ascendente en la transmisión del PUSCH y en la transmisión del PRACH; y

50 transmitir (1606) un bloque de transporte sobre el PUSCH de la primera portadora de componentes a la potencia escalada para la transmisión del PUSCH, y transmitir un preámbulo de acceso aleatorio sobre el PRACH de la segunda portadora de componentes a la potencia determinada para la transmisión del PRACH.

9. El método de ajuste de la potencia de acuerdo con la reivindicación 8, en el que, cuando se transmite el PUSCH simultáneamente con un canal de control de enlace ascendente físico (PUCCH), el método comprende, además,



determinar la potencia para la transmisión del PUCCH; y

escalar solamente la potencia para la transmisión del PUSCH.

10. El método de ajuste de la potencia de acuerdo con la reivindicación 8, en el que la transmisión del PRACH se inicia mediante una orden del PDCCH.

- 5 11. El método de ajuste de la potencia de acuerdo con la reivindicación 8, en el que, cuando la transmisión del preámbulo de acceso aleatorio no se ha solicitado y un canal de control de enlace ascendente físico (PUCCH) se transmite simultáneamente con el PUSCH, el método comprende además:

establecer la potencia para la transmisión del PRACH en cero y determinar la potencia para la transmisión del PUCCH en la primera portadora de componentes; y

- 10 escalar la potencia para la transmisión del PUSCH de tal modo que la potencia de transmisión total escalada no excede  $P_{MAX}$ .

12. El método de ajuste de la potencia de acuerdo con la reivindicación 8, en el que el escalado se realiza escalando la potencia para la transmisión del PUSCH por cada subtrama.

- 15 13. El método de ajuste de la potencia de acuerdo con la reivindicación 8, en el que cuando una pluralidad de PUSCH están configurados en una pluralidad de portadoras de componentes, el escalado incluye escalar la potencia para la transmisión del PUSCH mediante la reducción de la potencia de la suma de la pluralidad de PUSCH.

- 20 14. El método de ajuste de la potencia de acuerdo con la reivindicación 8, en el que el escalado se realiza escalando la potencia total de la transmisión en un orden de prioridad del PRACH y el PUSCH, de tal modo que la potencia de transmisión para las transmisiones del PRACH esté priorizada sobre la potencia de transmisión para las transmisiones del PUSCH.

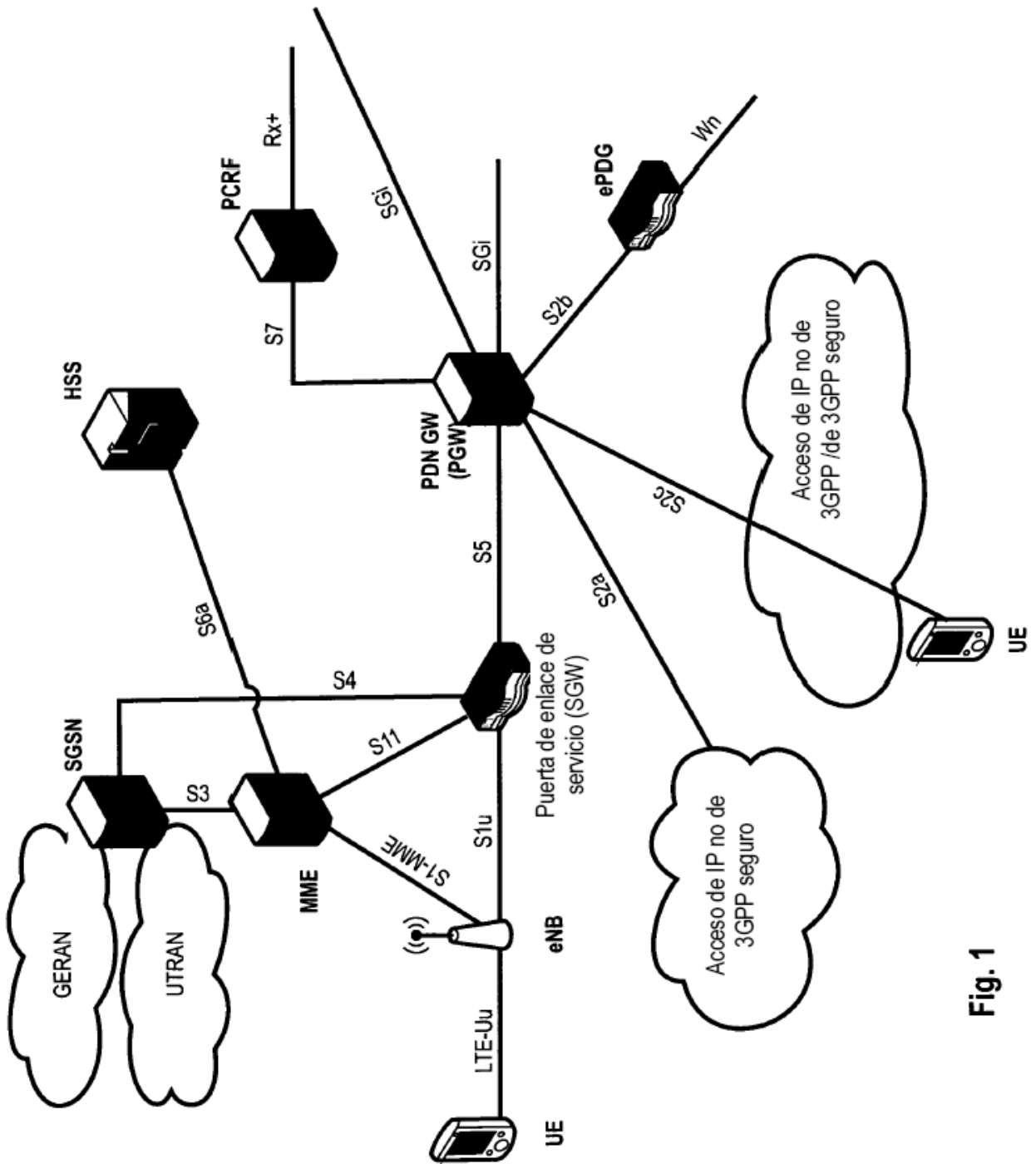


Fig. 1

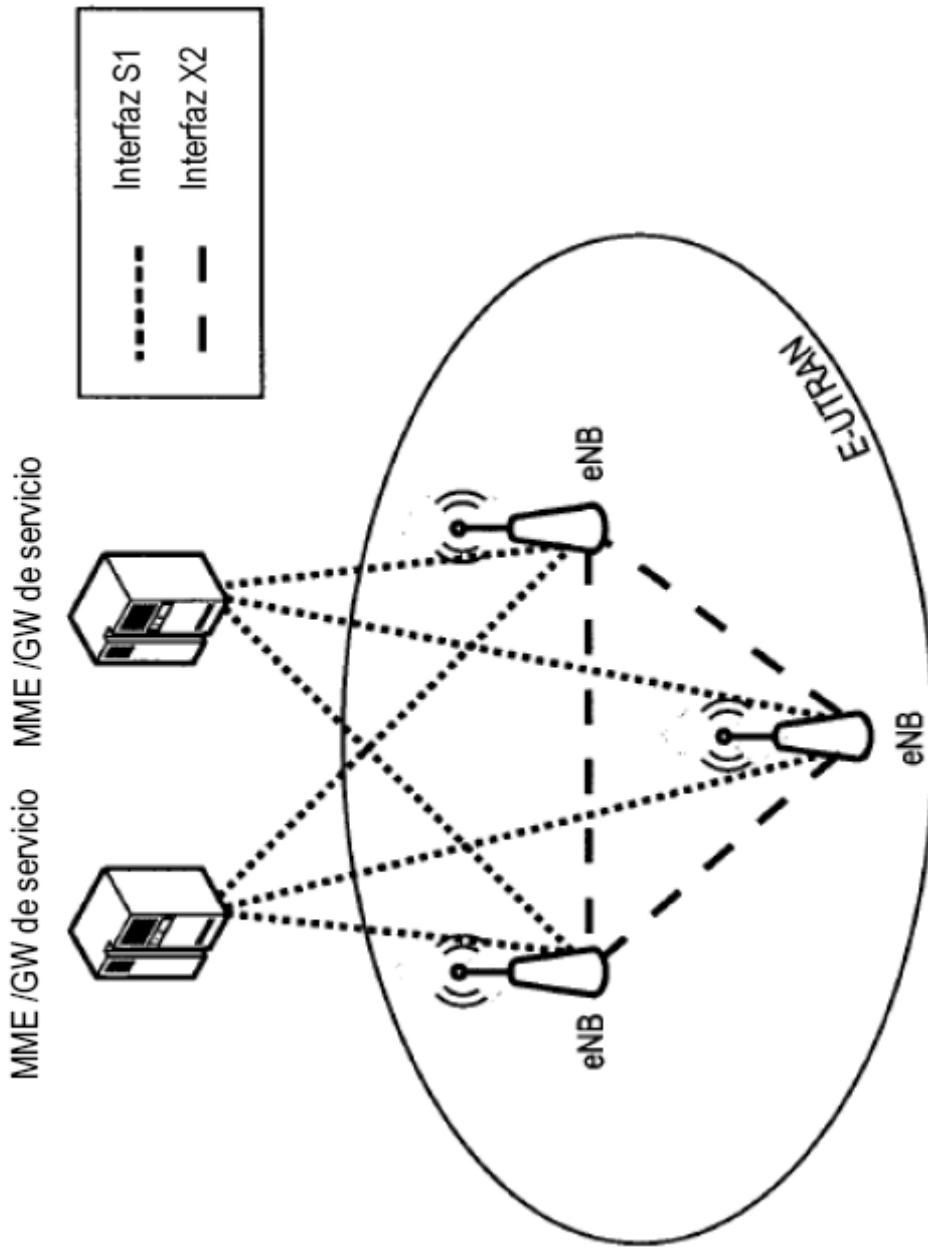


Fig. 2

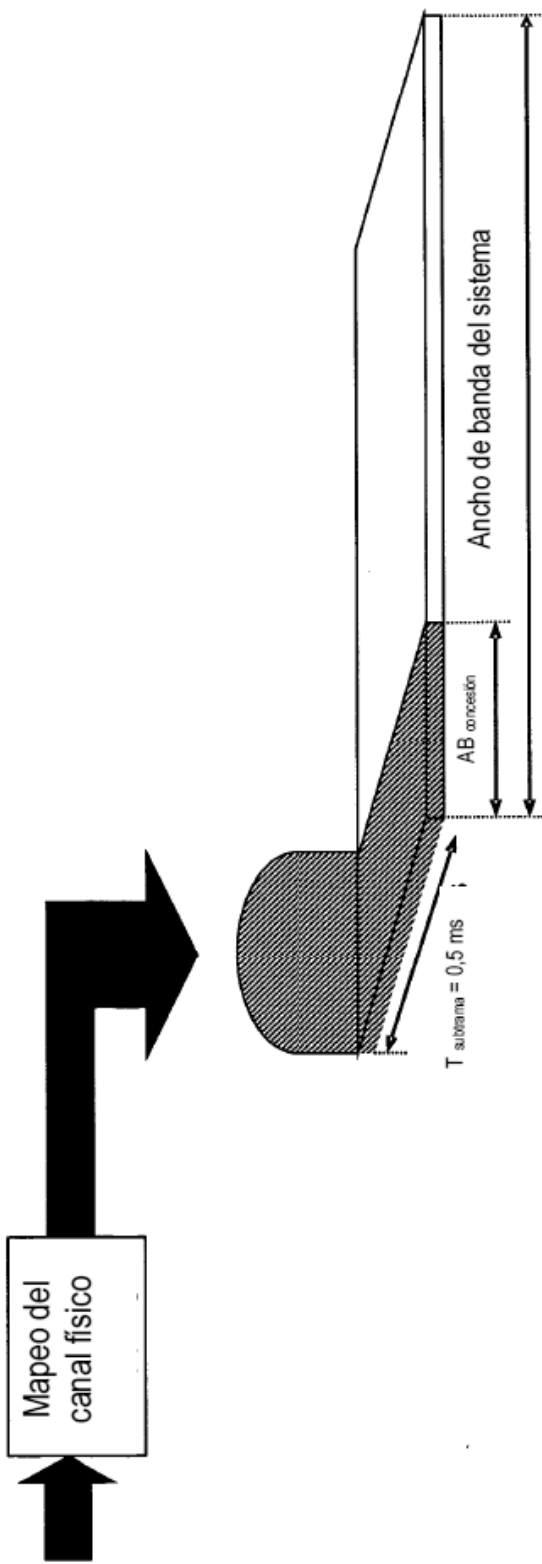


Fig. 3

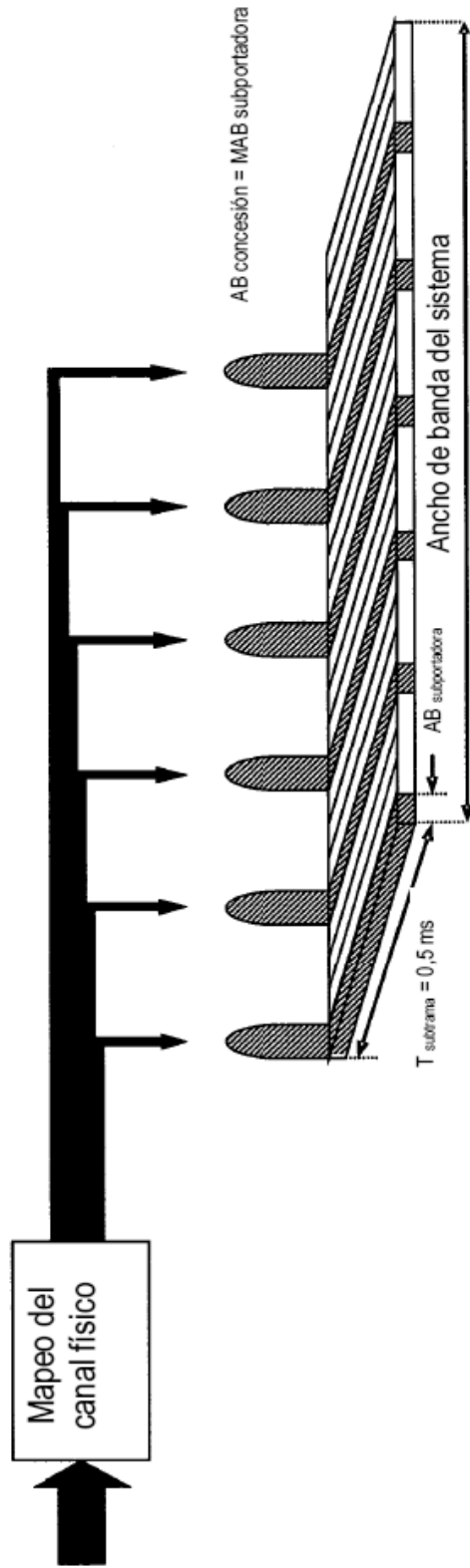


Fig. 4

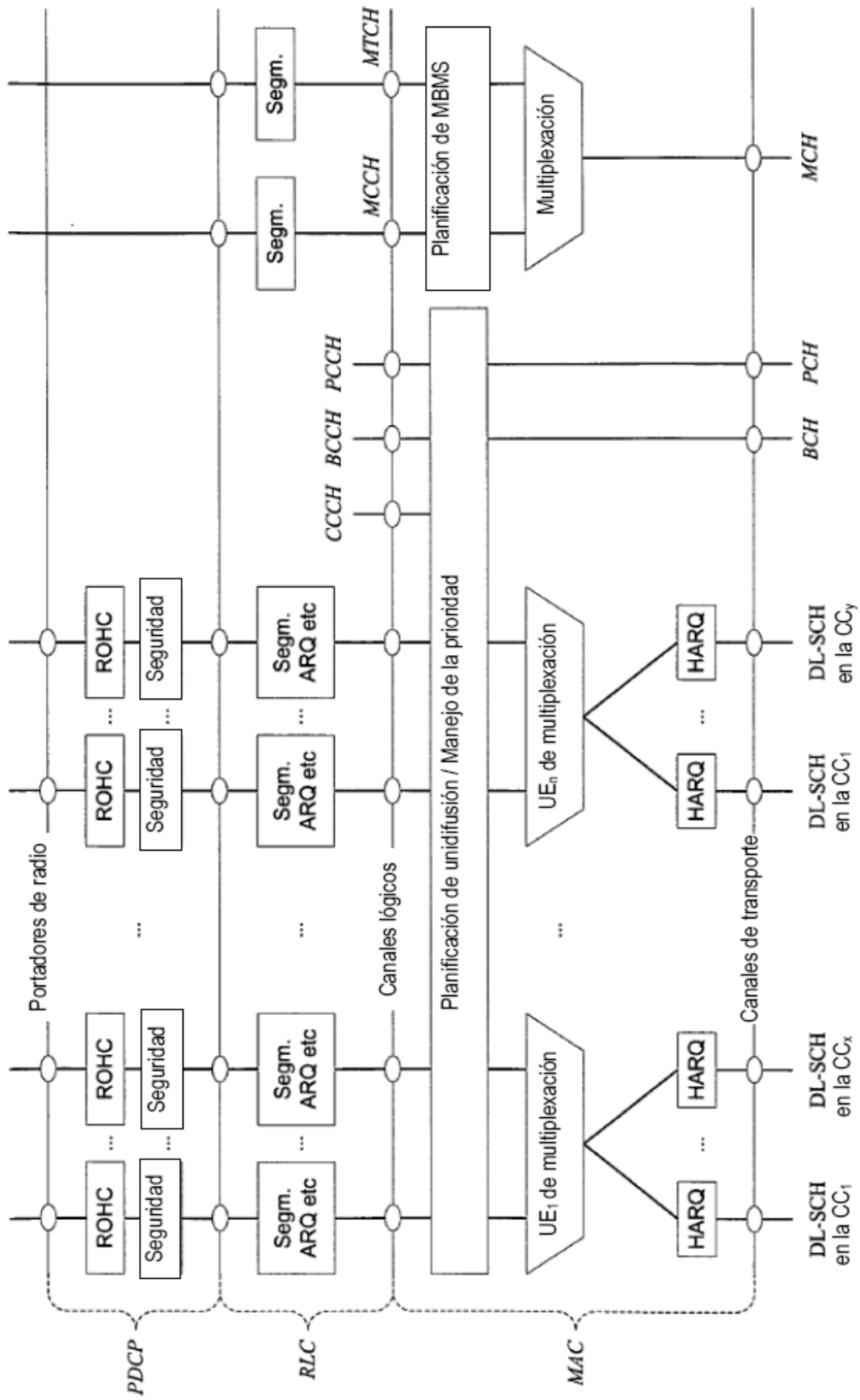
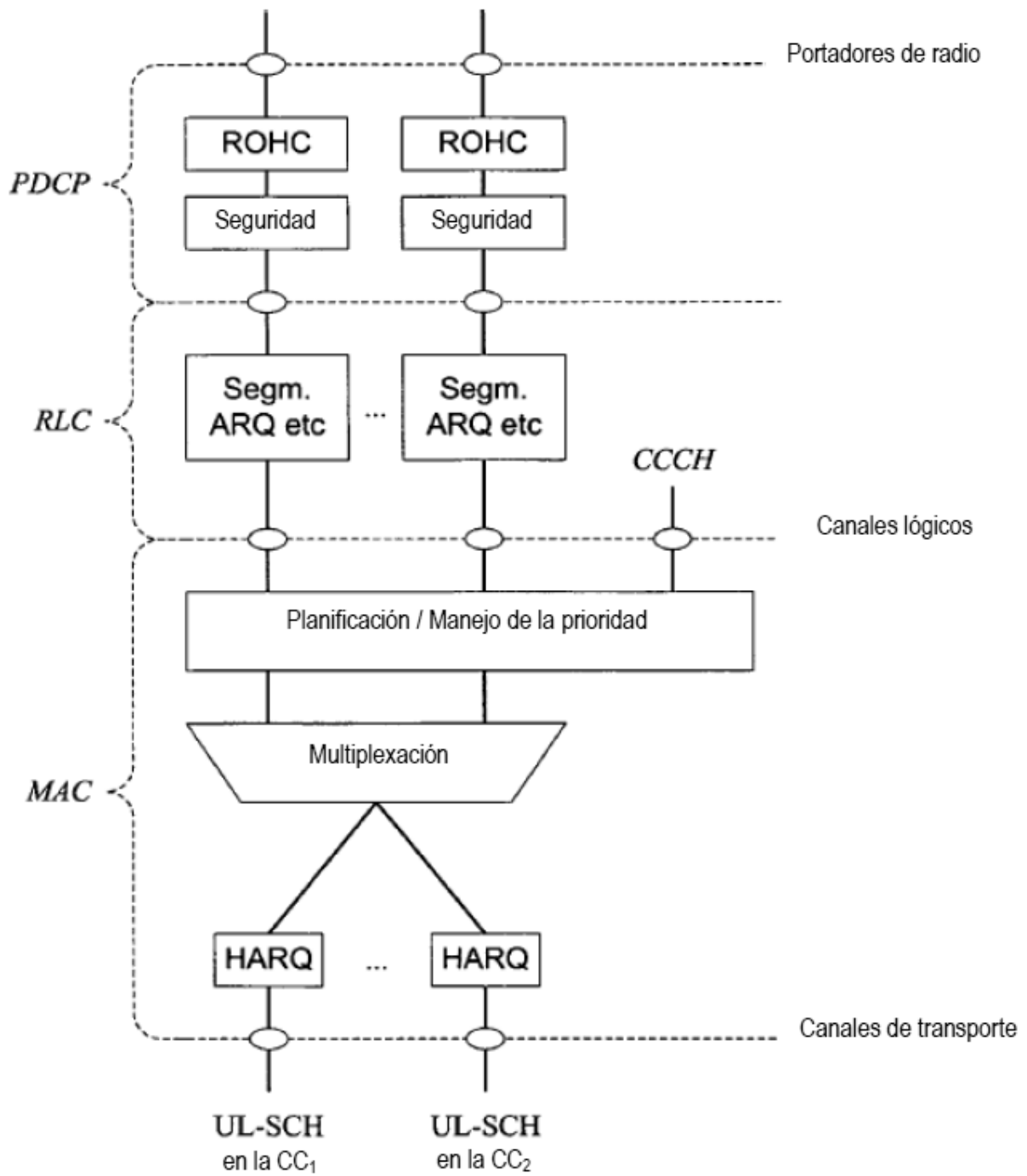


Fig. 5



**Fig. 6**

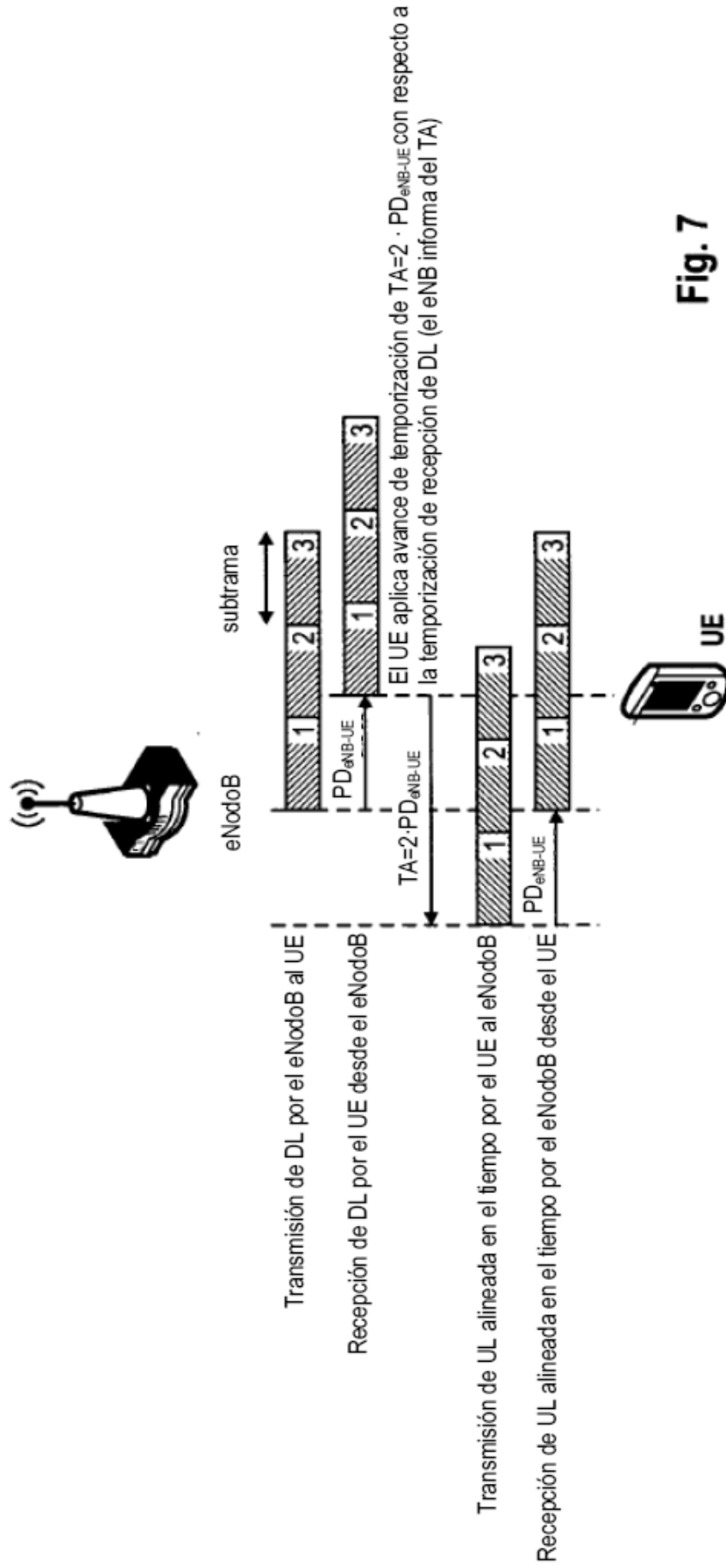
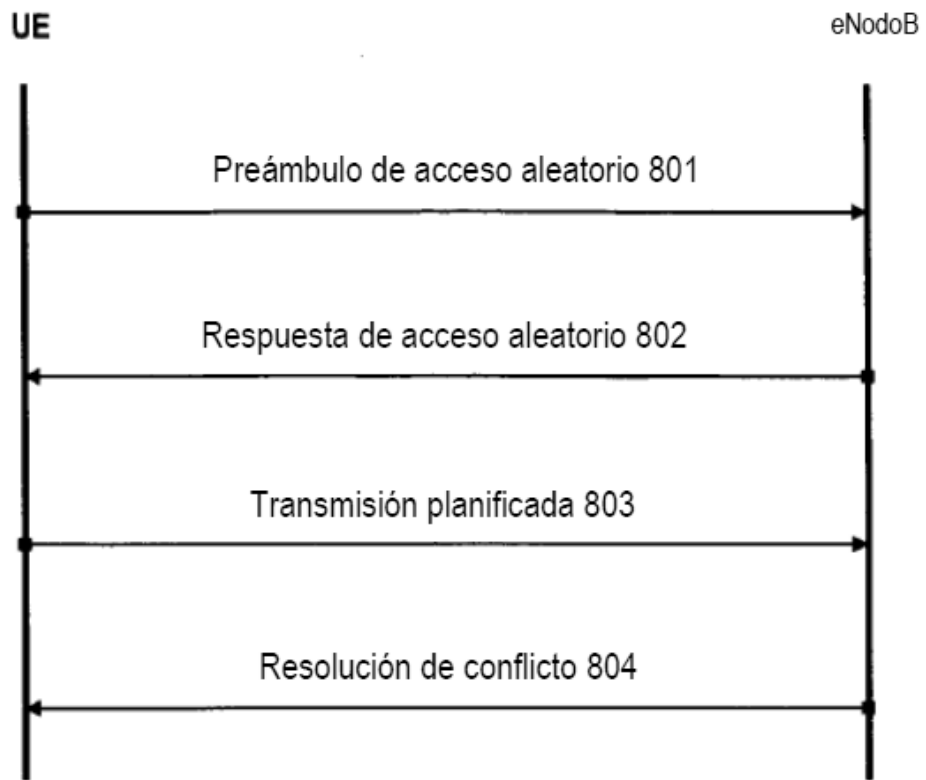
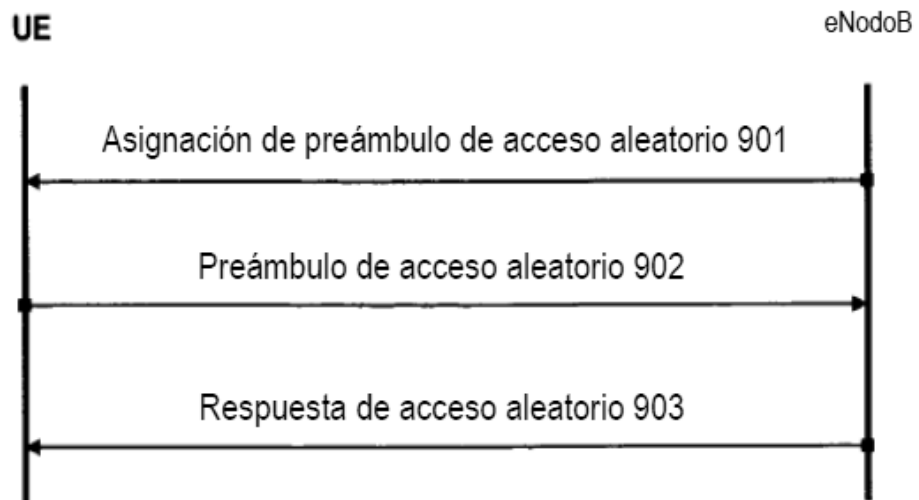


Fig. 7

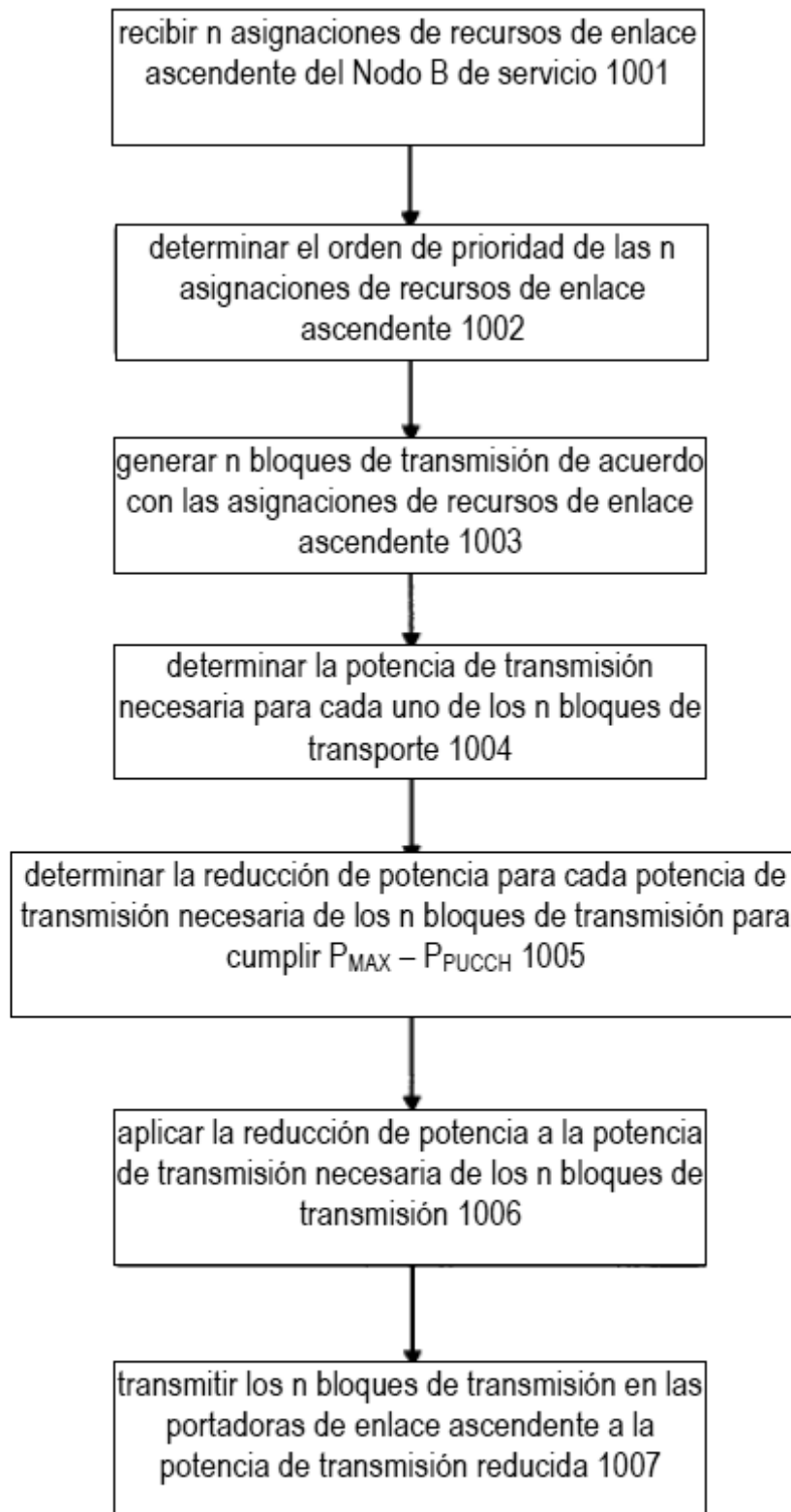


**Fig. 8**

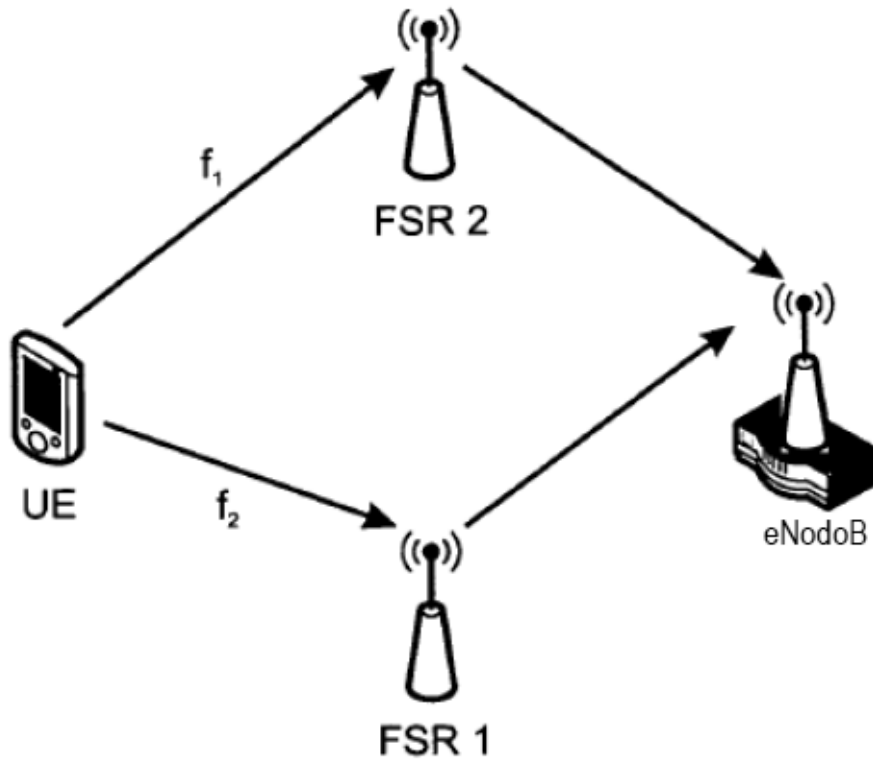


**Fig. 9**

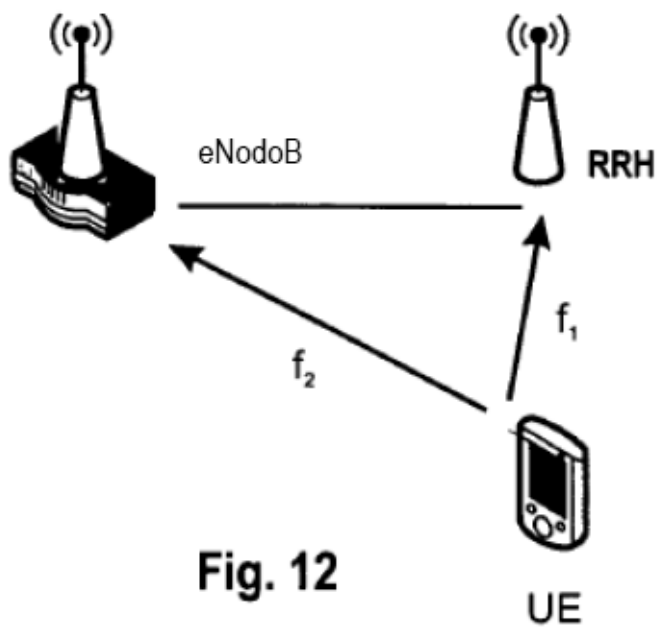




**Fig. 10**



**Fig. 11**



**Fig. 12**

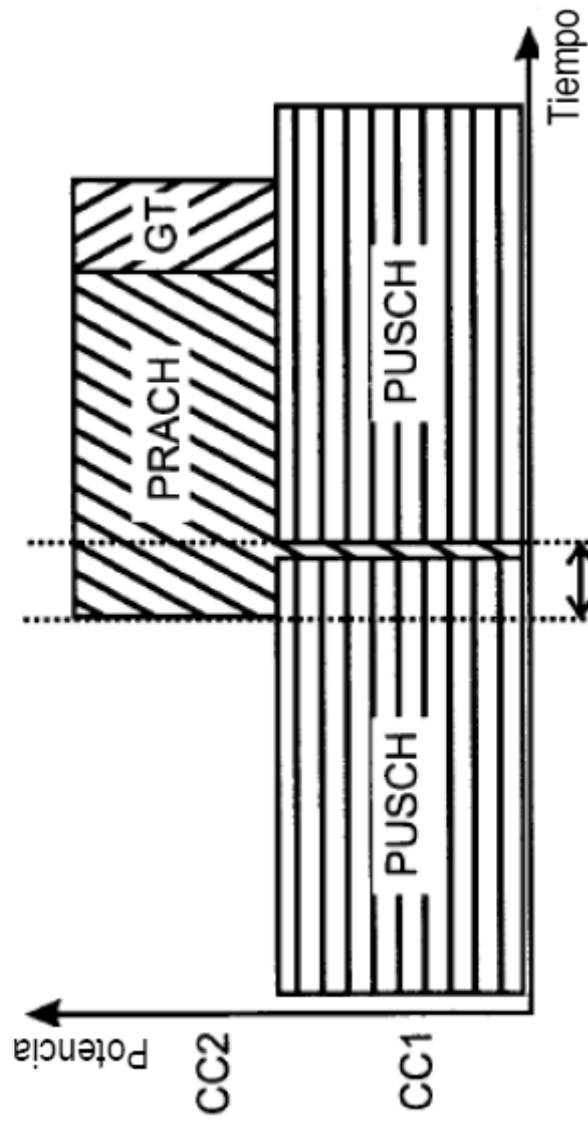


Fig. 13

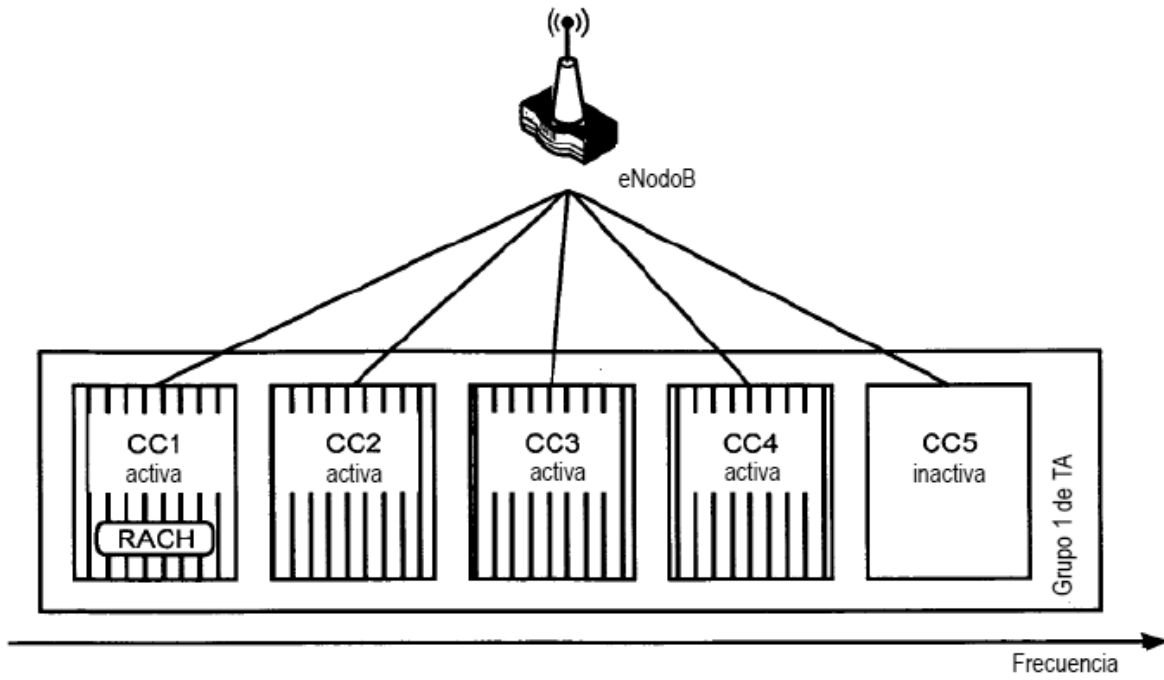


Fig. 14

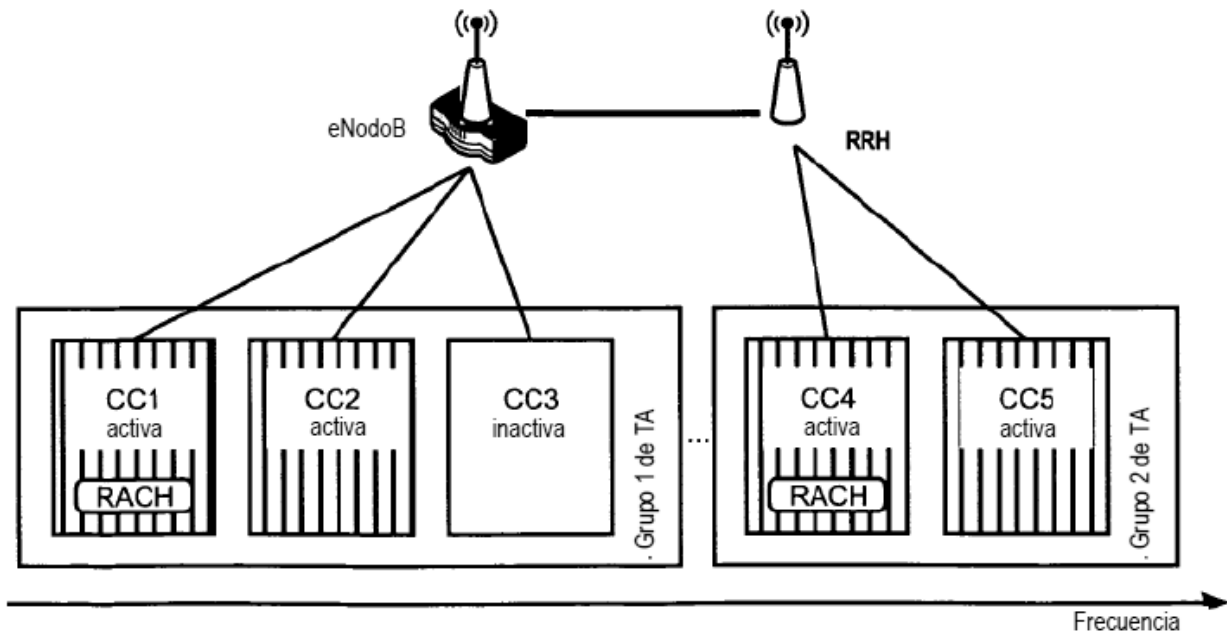
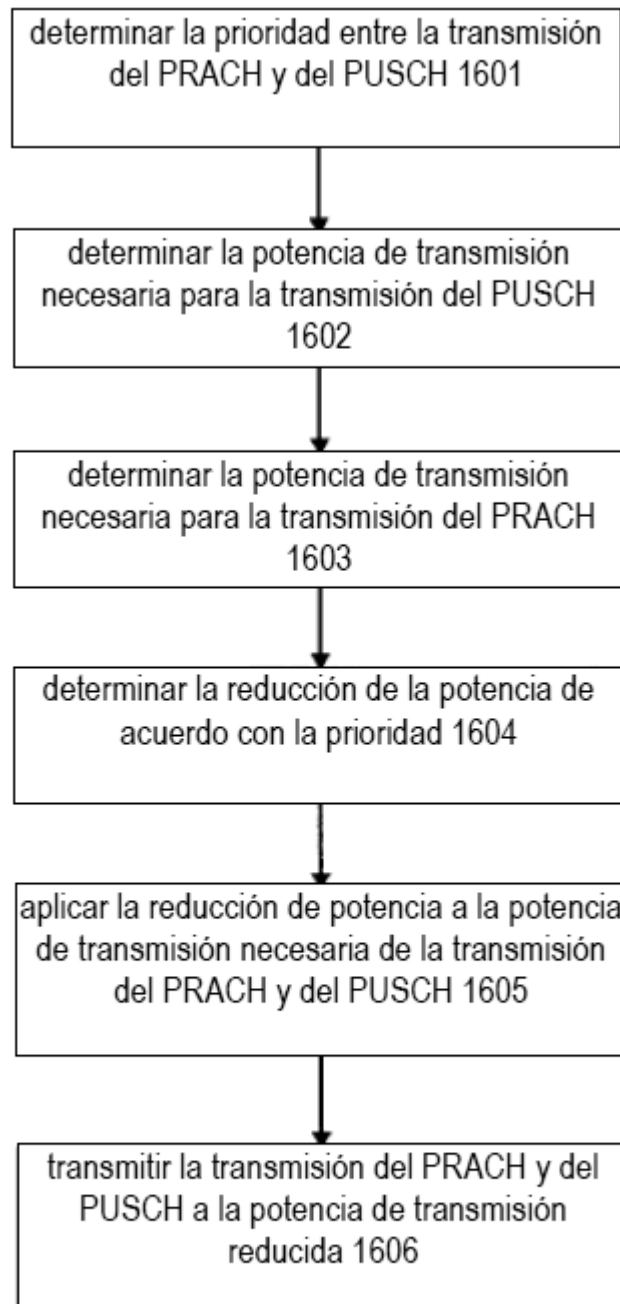
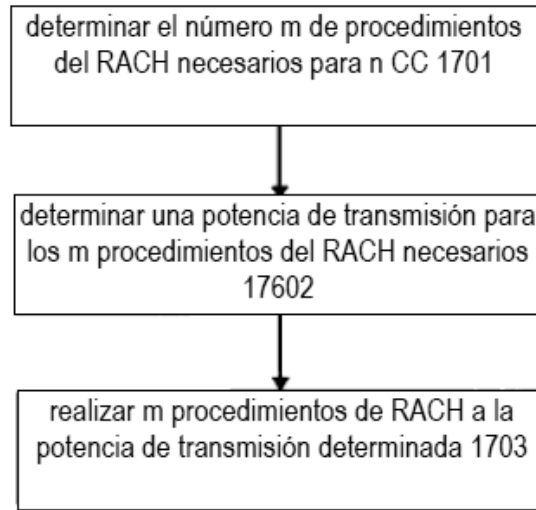


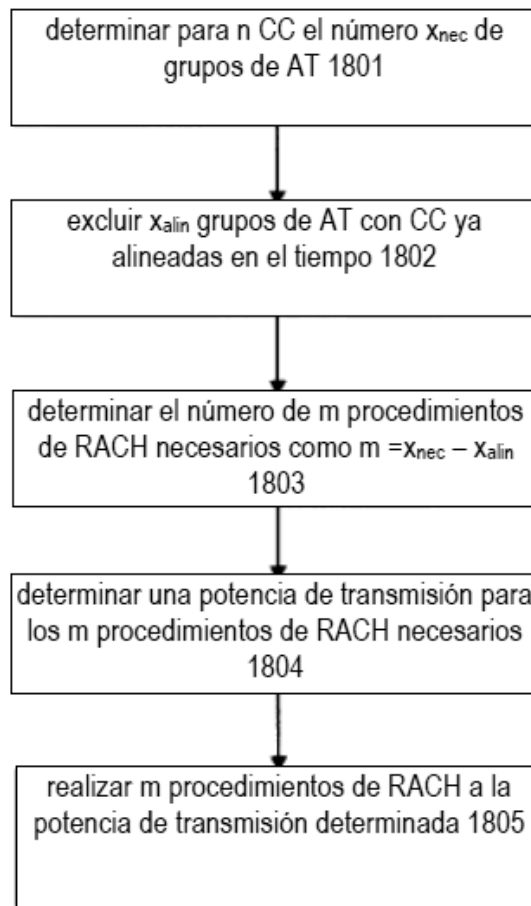
Fig. 15



**Fig. 16**



**Fig. 17**



**Fig. 18**