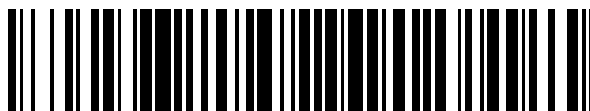


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 688 231**

51 Int. Cl.:

H04L 5/00 (2006.01)

H04W 52/14 (2009.01)

H04W 52/34 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.10.2010 PCT/EP2010/006423**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.05.2011 WO11050921**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.10.2010 E 10773252 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.06.2018 EP 2497318**

54 Título: **Notificación de límite de potencia en un sistema de comunicación usando agregación de portadoras**

30 Prioridad:

02.11.2009 EP 09013756

13.08.2010 EP 10008477

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

31.10.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**FEUERSANGER, MARTIN;
LÖHR, JOACHIM y
WENGERTER, CHRISTIAN**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 688 231 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

Notificación de límite de potencia en un sistema de comunicación usando agregación de portadoras

Campo de la invención

5 La invención se refiere a procedimientos para informar a un eNodoB acerca del estado de potencia de transmisión de un equipo de usuario en un sistema de comunicación móvil usando una agregación de portadoras de componente. Además, la invención también está relacionada con la puesta en práctica / realización de estos procedimientos en / por medio de soporte físico, es decir, aparatos, y su puesta en práctica en soporte lógico. La invención se refiere adicionalmente a la definición de las notificaciones de margen de potencia por UE y por portadora de componente y a su señalización por medio de elementos de control de MAC.

10 **Antecedentes de la técnica****Evolución a largo plazo (LTE)**

15 Los sistemas móviles de tercera generación (3G) basados en la tecnología de acceso por radio WCDMA están siendo desplegados a gran escala en todo el mundo. Un primer paso en la potenciación o la evolución de esta tecnología implica la introducción de Acceso de Paquete de Enlace Descendente de Alta Velocidad (HSDPA, *High-Speed Downlink Packet Access*) y un enlace ascendente mejorado, también conocido como Acceso de Paquete de Enlace Ascendente de Alta Velocidad (HSUPA, *High Speed Uplink Packet Access*), dando una tecnología de acceso por radio que es altamente competitiva.

20 Con el fin de estar preparados para un aumento adicional en las demandas de los usuarios y para ser competitivos frente a nuevas tecnologías de acceso por radio, 3GPP introdujo un nuevo sistema de comunicación móvil que se denomina Evolución a Largo Plazo (LTE, *Long Term Evolution*). La LTE está diseñada para satisfacer las necesidades de portadora para el transporte de datos y medios de alta velocidad así como el soporte de voz de alta capacidad para la próxima década. La capacidad de proporcionar altas velocidades de bits es una medida clave para la LTE.

25 La especificación de elementos de trabajo (WI, *work item*) en Evolución a Largo Plazo (LTE) denominada Acceso por Radio Terrestre de UMTS Evolucionado (UTRA, *Evolved UMTS Terrestrial Radio Access*) y Red de Acceso por Radio Terrestre de UMTS (UTRAN, *UMTS Terrestrial Radio Access Network*) se finaliza como Edición 8 (Edición 8 de LTE). El sistema de LTE representa un acceso por radio basado en paquetes eficiente y unas redes de acceso por radio que proporcionan funcionalidades basadas en IP completas con una baja latencia y un bajo coste. En la LTE, se especifican unos anchos de banda de transmisión múltiple escalable tales como 1,4, 3,0, 5,0, 10,0, 15,0 y 30 20,0 MHz, con el fin de lograr la puesta en práctica de un sistema flexible usando un espectro dado. En el enlace descendente, se adoptó el acceso por radio sobre la base de la Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal (OFDM, *Orthogonal Frequency Division Multiplexing*) debido a su inmunidad inherente a la interferencia de trayectorias múltiples (MPI, *multipath interference*) debido a una baja velocidad de símbolos, el uso de un prefijo cíclico (CP, *cyclic prefix*), y su afinidad por diferentes disposiciones de transmisión de ancho de banda. El acceso por radio sobre la base del Acceso Múltiple por División de Frecuencia de Única Portadora (SC-FDMA, *single carrier frequency division multiple access*) se adoptó en el enlace ascendente, debido a que el aprovisionamiento de una cobertura de área extensa se priorizó frente a la mejora en la velocidad de datos de pico, teniendo en cuenta la potencia de transmisión restringida del equipo de usuario (UE, *user equipment*). Se emplean muchas técnicas clave de acceso por radio por paquetes, incluyendo técnicas de transmisión de canal de entrada múltiple - salida múltiple (MIMO, *multiple-input multiple-output*), y en la Edición 8 / 9 de LTE, se consigue una estructura de señalización de control de alta eficiencia.

Arquitectura de LTE

45 La arquitectura general se muestra en la figura 1 y una representación más detallada de la arquitectura E-UTRAN se da en la figura 2. La E-UTRAN consiste en un eNodoB, proporcionando las terminaciones de protocolo de plano de usuario de E-UTRA (PDCP / RLC / MAC / PHY) y de plano de control (RRC) hacia el equipo de usuario (UE). El eNodoB (eNB) alberga las capas física (PHY, *Physical*), de Control de Acceso a Medios (MAC, *Medium Access Control*), de Control de Enlace por Radio (RLC, *Radio Link Control*) y de Protocolo de Control de Datos por Paquetes (PDCP, *Packet Data Control Protocol*) que incluyen la funcionalidad de compresión de encabezado y cifrado de plano de usuario. La misma también ofrece la funcionalidad de Control de Recursos de Radio (RRC, *Radio Resource Control*) que se corresponde con el plano de control. Esta lleva a cabo muchas funciones incluyendo la gestión de recursos de radio, el control de admisión, la programación, el cumplimiento de la QoS de enlace ascendente negociada, la difusión de información de célula, el cifrado / descifrado de datos de plano de control y de usuario, y la compresión / descompresión de encabezados de paquete de plano de usuario de enlace descendente / enlace ascendente. Los eNodoB están interconectados entre sí por medio de la interfaz X2.

55 Los eNodoB también están conectados por medio de la interfaz S1 al EPC (Núcleo de Paquetes Evolucionado, *Evolved Packet Core*), más en concreto a la MME (Entidad de Gestión de Movilidad, *Mobility Management Entity*) por medio de la S1-MME y a la Pasarela de Servicio (SGW, *Serving Gateway*) por medio de la S1-U. La interfaz S1

soporta una relación de muchos a muchos entre las MME / Pasarelas de Servicio y los eNodoB. La SGW encamina y reenvía paquetes de datos de usuario, al tiempo que también actúa como el ancla de movilidad para el plano de usuario durante las transferencias de eNB y como el ancla para la movilidad entre la LTE y otras tecnologías de 3GPP (terminando la interfaz S4 y retransmitiendo el tráfico entre los sistemas de 2G / 3G y GW de PDN). Para los equipos de usuario de estado inactivo, la SGW termina la trayectoria de datos de enlace descendente y desencadena la radiobúsqueda cuando llegan los datos de enlace descendente para el equipo de usuario. La misma gestiona y almacena contextos de equipo de usuario, por ejemplo, parámetros del servicio de portadora de IP, información de encaminamiento interno de red. Esta también lleva a cabo la replicación del tráfico de usuario en el caso de interceptación legal.

La MME es el nodo de control clave para la red de acceso de LTE. La misma es responsable del procedimiento de seguimiento y de radiobúsqueda de equipo de usuario en modo inactivo, incluyendo las retransmisiones. Esta está implicada en el proceso de activación / desactivación de portadora y también es responsable de la elección de la SGW para un equipo de usuario en la unión inicial y en el momento de intra-LTE), es responsable de la autenticación del usuario (mediante la interacción con el HSS). La señalización para Estrato de No Acceso (NAS, *Non-Access Stratum*) termina en la MME y esta también es responsable de la generación y la asignación de las identidades temporales a los equipos de usuario. Esta comprueba la autorización del equipo de usuario para acampar en la Red Móvil Terrestre Pública (PLMN, *Public Land Mobile Network*) del proveedor de servicios y hace cumplir las restricciones de itinerancia de equipo de usuario. La MME es el punto de terminación en la red para el cifrado / protección de integridad para la señalización de NAS y se encarga de la gestión de claves de seguridad. La interceptación legal de la señalización también es soportada por la MME. La MME proporciona también la función de plano de control para la movilidad entre las redes de acceso de LTE y de 2G / 3G con la interfaz S3 terminando en la MME a partir de la SGSN. La MME también termina la interfaz S6a hacia el HSS de base para los equipos de usuario itinerantes. El soporte de Calidad de Servicio (QoS, *Quality of Service*) es observado como un requisito básico por los operadores para LTE. Con el fin de permitir la mejor experiencia de usuario de su clase, al tiempo que, por otro lado, se optimiza la utilización de recursos de red, un soporte de QoS potenciado debería ser una parte integrante del nuevo sistema.

En la actualidad, algunos aspectos del soporte de QoS se encuentran bajo análisis dentro de los grupos de trabajo de 3GPP. Esencialmente, el diseño de QoS para la evolución de Arquitectura de sistemas (SAE, *System Architecture Evolution*) / LTE se basa en el diseño de QoS del sistema de UMTS actual que se refleja en el documento TR 25.814 de 3GPP, "*Physical layer aspects for evolved Universal Terrestrial Radio Access (UTRA)*", v.7.1.0 (disponible en <http://www.3gpp.org>). La arquitectura de servicio de portadora de SAE acordada se ilustra en la figura 5. La definición de un servicio de portadora tal como se da en el documento TR 25.814 de 3GPP puede seguir siendo de aplicación: "*Un servicio de portadora incluye todos los aspectos para habilitar la provisión de una QoS contratada. Estos aspectos son, entre otros, la señalización de control, el transporte de plano de usuario y la funcionalidad de gestión de QoS*".

En la nueva arquitectura de SAE / LTE, se han definido las siguientes nuevas portadoras: el servicio de portadora de SAE entre el terminal móvil (*User Equipment* - UE, equipo de usuario) y la pasarela de servicio, la portadora de radio de SAE en la interfaz de red de acceso de radio entre el terminal móvil y el eNodoB así como la portadora de acceso de SAE entre el eNodoB y la pasarela de servicio.

El servicio de portadora de SAE proporciona:

- agregación en función de QoS de los flujos de servicio de extremo a extremo de IP;
- compresión de encabezado de IP (y provisión de una información relacionada al UE);
- cifrado de plano de usuario (UP, *User Plane*) (y provisión de una información relacionada al UE);
- si se requiere un tratamiento priorizado de paquetes de señalización de servicio de extremo a extremo, se puede añadir un servicio de portadora de SAE adicional al servicio de IP por defecto;
- provisión de información de puesta en correspondencia / multiplexación al UE;
- provisión de información de QoS aceptada al UE.

El servicio de portadora de radio de SAE proporciona:

- transporte de las unidades de datos de servicio de portadora de SAE entre el eNodoB y el UE de acuerdo con la QoS requerida;
- enlace del servicio de portadora de radio de SAE con el servicio de portadora de SAE respectivo.

El servicio de portadora de acceso de SAE proporciona:

- transporte de las unidades de datos de servicio de portadora de SAE entre la pasarela de servicio y el eNodoB de acuerdo con la QoS requerida;
- provisión de una descripción de QoS agregada del servicio de portadora de SAE hacia el eNodoB;
- enlace del servicio de portadora de acceso de SAE con el servicio de portadora de SAE respectivo.

En el documento TR 25.814 de 3GPP, una puesta en correspondencia de uno a uno entre una portadora de SAE y una portadora de radio de SAE. Además, hay una puesta en correspondencia de uno a uno entre una portadora de

radio (RB, *radio bearer*) y un canal lógico. A partir de esa definición, se deduce que una portadora de SAE, es decir, la portadora de radio de SAE y la portadora de acceso de SAE correspondientes, es el nivel de granularidad para el control de QoS en un sistema de acceso de SAE / LTE. Los flujos de paquetes que se ponen en correspondencia con la misma portadora de SAE reciben el mismo tratamiento.

5 Para LTE, habrá dos tipos diferentes de portadora de SAE: la portadora de SAE por defecto con un perfil de QoS por defecto, que se configura durante el acceso inicial y la portadora de SAE dedicada (también se puede hacer referencia a las portadoras de SAE como servicios de portadora de SAE) que se establece para los servicios que requieren un perfil de QoS que es diferente del perfil por defecto. La portadora de SAE por defecto es una portadora de SAE “siempre activa” que se puede usar inmediatamente después de la transición de estado de LTE_REPOSO a LTE_ACTIVO. Esta porta todos los flujos que no se han señalado una plantilla de flujo de tráfico (TFT, *Traffic Flow Template*). La plantilla de flujo de tráfico es usada por la pasarela de servicio para discriminar entre diferentes cargas útiles de usuario. La plantilla de flujo de tráfico incorpora unos filtros de paquete tales como QoS. Usando los filtros de paquete, la pasarela de servicio pone en correspondencia los datos entrantes con el Contexto de PDP (Contexto de *Packet Data Protocol*, protocolo de datos por paquetes) correcto. Para la portadora de SAE por defecto, se pueden multiplexar varios flujos de datos de servicio. A diferencia de la portadora de SAE por defecto, las portadoras de SAE dedicadas se dirigen a soportar los servicios identificados de una forma dedicada, por lo general para proporcionar una tasa de bits garantizada. Las portadoras de SAE dedicadas son establecidas por la pasarela de servicio sobre la base de la información de QoS que se recibe en las reglas de control de políticas y de tarificación (PCC, *Policy and Charging Control*) a partir del núcleo de paquetes evolucionado cuando se solicita un nuevo servicio. Una portadora de SAE dedicada está asociada con los filtros de paquete en los que los filtros solo coinciden con determinados paquetes. Una portadora de SAE por defecto está asociada con los filtros de paquete de tipo “coincidencia con todos” para el enlace ascendente y el enlace descendente. Para el manejo de enlace ascendente, la pasarela de servicio construye los filtros de plantilla de flujo de tráfico para las portadoras de SAE dedicadas. El UE pone en correspondencia los flujos de datos de servicio con la portadora correcta sobre la base de la plantilla de flujo de tráfico, que se ha señalado durante el establecimiento de portadora. Al igual que para la portadora de SAE por defecto, también para la portadora de SAE dedicada se pueden multiplexar varios flujos de datos de servicio.

El perfil de QoS de la portadora de SAE se señala desde la pasarela de servicio al eNodoB durante el procedimiento de establecimiento de portadora de SAE. Este perfil es usado a continuación por el eNodoB para obtener un conjunto de parámetros de QoS de capa 2, que determinarán el manejo de QoS en la interfaz aérea. Los parámetros de QoS de capa 2 se introducen en la funcionalidad de programación. En la actualidad, los parámetros que se incluyen en el perfil de QoS que se señala en la interfaz S1 desde la pasarela de servicio al eNodoB se encuentran bajo análisis. Lo más probable es que se señalicen los siguientes parámetros de perfil de QoS para cada portadora de SAE: prioridad de manejo de tráfico, tasa de bits máxima, tasa de bits garantizada. Además, la pasarela de servicio señala al eNodoB la prioridad de asignación y de retención para cada usuario durante el acceso inicial.

Esquema de acceso de enlace ascendente para LTE

Para la transmisión de enlace ascendente, es necesaria una transmisión de terminal de usuario energéticamente eficiente para aumentar al máximo la cobertura. Se ha elegido la transmisión de única portadora en combinación con FDMA (*Frequency Division Multiple Access*, acceso múltiple por división en frecuencia) con la asignación de ancho de banda dinámico como el esquema de transmisión de enlace ascendente de UTRA evolucionado. La principal razón de la preferencia por la transmisión de única portadora es la inferior relación de potencia de pico a promedio (PAPR, *peak-to-average power ratio*), en comparación con las señales de múltiples portadoras (OFDMA - *Orthogonal Frequency Division Multiple Access*, acceso múltiple por división en frecuencia ortogonal), y la correspondiente eficiencia de amplificador de potencia mejorada y la cobertura mejorada que se supone (velocidades de datos más altas para una potencia de pico de terminal dada). Durante cada intervalo de tiempo, el eNodoB asigna a los usuarios un único recurso de tiempo / frecuencia para la transmisión de los datos de usuario, asegurando de ese modo la ortogonalidad intra-células. Un acceso ortogonal en el enlace ascendente promete una eficiencia espectral aumentada mediante la eliminación de la interferencia intra-célula. La interferencia debida a la propagación de múltiples trayectorias se maneja en la estación de base (eNodoB), con la ayuda de la inserción de un prefijo cíclico en la señal transmitida.

El recurso físico básico que se usa para la transmisión de datos consiste en un recurso de frecuencia de tamaño $BW_{concesión}$ durante un intervalo de tiempo, por ejemplo, una subtrama de 0,5 ms, con la que se ponen en correspondencia unos bits de información codificados. Se debería hacer notar que una subtrama, a la que también se hace referencia como intervalo de tiempo de transmisión (TTI, *transmission time interval*), es el intervalo de tiempo más pequeño para la transmisión de datos de usuario. No obstante, es posible asignar un recurso de frecuencia $BW_{concesión}$ durante un período de tiempo superior a un TTI a un usuario por medio de la concatenación de subtramas.

El recurso de frecuencia se puede encontrar en un espectro o bien localizado o bien distribuido, tal como se ilustra en la figura 3 y la figura 4. Tal como se puede ver a partir de la figura 3, una única portadora localizada se caracteriza por que la señal transmitida tiene un espectro continuo que ocupa una parte del espectro disponible total.

Diferentes tasas de símbolos (que se corresponden con diferentes tasas de datos) de la señal transmitida implican diferentes anchos de banda de una señal de única portadora localizada.

Por otro lado, tal como se muestra en la figura 4, una única portadora distribuida se caracteriza por que la señal transmitida tiene un espectro no continuo (“con forma de peine”) que está distribuido a lo largo del ancho de banda de sistema. Obsérvese que, a pesar de que la señal de única portadora distribuida está distribuida a lo largo del ancho de banda de sistema, la cantidad total de espectro ocupado es, en esencia, la misma que la de una única portadora localizada. Además, para una tasa de símbolos más alta / más baja, se aumenta / se reduce el número de “dedos de peine”, mientras que el “ancho de banda” de cada “dedo de peine” sigue siendo el mismo.

A primera vista, el espectro en la figura 4 puede dar la impresión de una señal de múltiples portadoras en la que cada dedo de peine se corresponde con una “subportadora”. No obstante, a partir de la generación de señal en el dominio del tiempo de una señal de única portadora distribuida, debería ser evidente que lo que se está generando es una señal de única portadora verdadera con una relación de potencia de pico a promedio baja correspondiente. La diferencia clave entre una señal de única portadora distribuida frente a una señal de múltiples portadoras, tal como, por ejemplo, OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplex*, multiplexación por división en frecuencia ortogonal), es que, en el caso anterior, cada “subportadora” o “dedo de peine” no porta un único símbolo de modulación. En su lugar, cada “dedo de peine” porta información acerca de todos los símbolos de modulación.

Esto crea una dependencia entre los diferentes dedos de peine que conduce a las características de PAPR baja. Esta es la misma dependencia entre los “dedos de peine” que conduce a una necesidad de igualación a menos que el canal sea no selectivo en frecuencia a lo largo de la totalidad del ancho de banda de transmisión. En contraposición, para una igualación de OFDM no se necesita siempre que el canal sea no selectivo en frecuencia a lo largo del ancho de banda de subportadora.

Una transmisión distribuida puede proporcionar una ganancia de diversidad de frecuencia más grande que una transmisión localizada, mientras que una transmisión localizada prevé más fácilmente una programación dependiente del canal. Obsérvese que, en muchos casos, la decisión de programación puede decidir dar la totalidad del ancho de banda a un único equipo de usuario para lograr unas tasas de datos altas.

Esquema de programación de enlace ascendente para LTE

El esquema de enlace ascendente prevé tanto un acceso programado, es decir, controlado por el eNB, como un acceso basado en contención.

En el caso de un acceso programado, al equipo de usuario se le asigna un cierto recurso de frecuencia durante un cierto tiempo (es decir, un recurso de tiempo / frecuencia) para la transmisión de datos de enlace ascendente. No obstante, algunos recursos de tiempo / frecuencia se pueden asignar para el acceso basado en contención. Dentro de estos recursos de tiempo / frecuencia, los equipos de usuario pueden transmitir sin programarse en primer lugar. Un escenario en el que el equipo de usuario está haciendo un acceso basado en contención es, por ejemplo, el acceso aleatorio, es decir, cuando el equipo de usuario está llevando a cabo el acceso inicial a una célula o para solicitar recursos de enlace ascendente.

Para el acceso programado, la unidad de programación de eNodo B asigna a un usuario un recurso único de frecuencia / tiempo para la transmisión de datos de enlace ascendente. Más específicamente, el programador determina

- a qué equipo o equipos de usuario se les permite transmitir,
- qué recursos (frecuencia) de canal físico,
- el formato de Transporte (el tamaño de bloque de transporte (TBS, *Transport Block Size*) y el esquema de codificación de modulación (MCS, *Modulation Coding Scheme*)) que van a ser usados por el terminal móvil para la transmisión.

La información de asignación se señala al equipo de usuario a través de una concesión de programación, que se envía en el así denominado canal de control de L1 / L2. Por razones de simplicidad, en lo sucesivo se hace referencia a este canal de enlace descendente como el “canal de concesión de enlace ascendente”.

Un mensaje de concesión de programación (al que también se hace referencia en el presente documento como una asignación de recursos) contiene al menos una información acerca de qué parte de la banda de frecuencia se permite usar al equipo de usuario, el período de validez de la concesión y el formato de transporte que tiene que usar el equipo de usuario para la próxima transmisión de enlace ascendente. El período de validez más corto es una subtrama. También se puede incluir una información adicional en el mensaje de concesión, dependiendo del esquema seleccionado. Solo se usan concesiones “por equipo de usuario” para conceder el derecho a transmitir en el canal compartido de enlace ascendente, *Uplink Shared Channel*, UL-SCH (es decir, no hay concesiones “por equipo de usuario por RB”). Por lo tanto, es necesario que el equipo de usuario distribuya los recursos asignados entre las portadoras de radio de acuerdo con algunas reglas, lo que se explicará con detalle en la siguiente sección.

A diferencia de HSUPA, no hay selección de formatos de transporte basada en equipo de usuario. La estación de base (eNodoB) decide el formato de transporte sobre la base de alguna información, por ejemplo, una información de programación notificada y una información de QoS, y el equipo de usuario ha de seguir el formato de transporte seleccionado. En HSUPA, el eNodoB asigna el recurso máximo de enlace ascendente y el equipo de usuario selecciona en consecuencia el formato de transporte real para las transmisiones de datos.

Solo se permite que las transmisiones de datos de enlace ascendente usen los recursos de tiempo - frecuencia que se asignan al equipo de usuario a través de la concesión de programación. Si el equipo de usuario no tiene una concesión válida, no se permite que transmita dato de enlace ascendente alguno. A diferencia de como es en HSUPA, en la que a cada equipo de usuario siempre se le asigna un canal dedicado, hay solo un canal de datos de enlace ascendente compartido por múltiples usuarios (UL-SCH) para las transmisiones de datos.

Para solicitar recursos, el equipo de usuario transmite un mensaje de solicitud de recursos al eNodoB. Este mensaje de solicitud de recursos por ejemplo podría contener información acerca del estado de memoria intermedia, el estado de potencia del equipo de usuario y una cierta información relacionada con la Calidad de Servicio (QoS, *Quality of Service*). Esta información, a la que se hará referencia como información de programación, permite que el eNodoB haga una asignación de recursos apropiada. De principio a fin del documento, se supone que el estado de memoria intermedia se notifica para un grupo de portadoras de radio. Por supuesto, también son posibles otras configuraciones para la notificación de estado de memoria intermedia. Debido a que la programación de los recursos de radio es la función más importante en una red de acceso de canal compartido para la determinación de la calidad del servicio, hay una serie de requisitos que han de ser cumplidos por el esquema de programación de enlace ascendente para LTE con el fin de permitir una gestión de calidad de servicio eficiente (véase el documento 3GPP RAN WG n.º 2 Tdoc. R2 - R2-062606, "QoS operator requirements/use cases for services sharing the same bearer", de T-Mobile, NTT DoCoMo, Vodafone, Orange, KPN; disponible en <http://www.3gpp.org/>):

- se ha de evitar la privación de los servicios de baja prioridad;
- una diferenciación de QoS clara para las portadoras / servicios de radio debería ser soportada por el esquema de programación;
- La notificación de enlace ascendente ha de permitir unas notificaciones de memoria intermedia de grano fino (por ejemplo, por portadora de radio o por grupo de portadoras de radio) con el fin de permitir que el programador de eNB identifique para qué datos de servicio / portadora de radio se va a enviar;
- ha de ser posible hacer una diferenciación de QoS clara entre los servicios de los diferentes usuarios;
- ha de ser posible proporcionar una velocidad de bits mínima por portadora de radio.

Tal como se puede ver a partir de la lista anterior, un aspecto esencial del sistema de LTE de programación es la provisión de unos mecanismos con los que el operador pueda controlar la división en particiones de su capacidad celular agregada entre las portadoras de radio de las diferentes clases de QoS. La clase de QoS de una portadora de radio se identifica por medio del perfil de QoS de la portadora de SAE correspondiente que se señala desde la pasarela de servicio al eNB, tal como se ha descrito en lo que antecede. Un operador puede asignar a continuación una determinada cantidad de su capacidad celular agregada al tráfico agregado que está asociado con las portadoras de radio de una determinada clase de QoS.

El principal objetivo del empleo de este enfoque basado en clases es ser capaz de diferenciar el tratamiento de los paquetes dependiendo de la clase de QoS al que pertenecen los mismos. Por ejemplo, a medida que aumenta la carga en una célula, debería ser posible que un operador maneje esto mediante la estrangulación del tráfico que pertenece a una clase de QoS de baja prioridad. En esta fase, el tráfico de alta prioridad puede seguir experimentando una situación de baja carga, debido a que los recursos agregados que se asignan a este tráfico son suficientes para atender al mismo. Esto debería ser posible en el sentido tanto de enlace ascendente como de enlace descendente.

Un beneficio de emplear este enfoque es dar al operador un control pleno de las directivas que rigen la división en particiones del ancho de banda. Por ejemplo, una directiva de un operador podría ser, incluso a unas cargas extremadamente altas, evitar la privación del tráfico que pertenece a su clase de QoS de prioridad más baja. Evitar la privación del tráfico de baja prioridad es uno de los requisitos principales para el esquema de programación de enlace ascendente en LTE. En el mecanismo de programación de la versión 6 de UMTS actual (HSUPA), el esquema de priorización absoluta puede conducir a la privación de las aplicaciones de baja prioridad. La selección de E-TFC (selección de *Enhanced Transport Format Combination*, combinación de formato de transporte potenciado) se hace solo de acuerdo con unas prioridades de canal lógico absolutas, es decir, se aumenta al máximo la transmisión de datos de alta prioridad, lo que quiere decir que los datos de baja prioridad son posiblemente privados por los datos de alta prioridad. Con el fin de evitar la privación, el programador del eNodoB ha de tener unos medios para controlar a partir de qué portadoras de radio transmite datos un equipo de usuario. Esto influye principalmente en el diseño y el uso de las concesiones de programación que se transmiten en el canal de control de L1 / L2 en enlace descendente. En lo sucesivo, se bosquejan los detalles del procedimiento de control de la tasa de enlace ascendente en LTE.

Control de acceso a medios (MAC) y elementos de control de MAC

La capa de MAC es la subcapa más baja en la arquitectura de capa 2 de la pila de protocolos de radio de LTE (véase la norma TS 36.321 de 3GPP, "*Medium Access Control (MAC) protocol specification*", versión 8.7.0, en particular las secciones 4.2, 4.3, 5.4.3 y 6, disponible en <http://www.3gpp.org>). La conexión con la capa física en lo sucesivo es a través de canales de transporte, y la conexión con la capa de RLC en lo que antecede es a través de canales lógicos. La capa de MAC lleva a cabo la multiplexación y la desmultiplexación entre canales lógicos y canales de transporte. La capa de MAC en el lado de transmisión (en los siguientes ejemplos, el equipo de usuario) construye unas PDU de MAC, a las que también se hace referencia como bloques de transporte, a partir de las SDU de MAC que se reciben a través de canales lógicos, y la capa de MAC en el lado de recepción recupera las SDU de MAC a partir de las PDU de MAC que se reciben a través de canales de transporte.

En la entidad de multiplexación y de desmultiplexación, los datos a partir de varios canales lógicos se pueden (des)multiplexar a / a partir de un canal de transporte. La entidad de multiplexación genera unas PDU de MAC a partir de las SDU de MAC cuando se encuentran disponibles recursos de radio para una nueva transmisión. Este proceso incluye priorizar los datos a partir de los canales lógicos para decidir cuántos datos y a partir de qué canal o canales lógicos se deberían incluir en cada PDU de MAC. Obsérvese que también se hace referencia al proceso de generación de unas PDU de MAC en el equipo de usuario como priorización de canal lógico (LCP, *logical channel prioritization*) en la terminología de 3GPP.

La entidad de desmultiplexación vuelve a ensamblar las SDU de MAC a partir de unas PDU de MAC y las distribuye a las entidades de RLC apropiadas. Además, para la comunicación de elemento del mismo nivel a elemento del mismo nivel entre las capas de MAC, se pueden incluir en la PDU de MAC unos mensajes de control que se denominan 'elementos de control de MAC'.

Una PDU de MAC consiste principalmente en el encabezado de MAC y la carga útil de MAC (véase la norma TS 36.321 de 3GPP, sección 6). El encabezado de MAC está compuesto adicionalmente por subencabezados de MAC, mientras que la carga útil de MAC está compuesta por elementos de control de MAC, SDU de MAC y relleno. Cada subencabezado de MAC consiste en un ID de canal lógico (LCID, *logical channel identifier*) y un campo de longitud (L). El LCID indica si la parte correspondiente de la carga útil de MAC es un elemento de control de MAC y, si no, a qué canal lógico pertenece la SDU de MAC relacionada. El campo de L indica el tamaño de la SDU de MAC o el elemento de control de MAC relacionados. Tal como ya se ha mencionado en lo que antecede, los elementos de control de MAC se usan para la señalización de elemento del mismo nivel a elemento del mismo nivel de nivel de MAC, incluyendo la entrega de información de BSR y notificaciones de la potencia disponible del UE en el enlace ascendente, y en las órdenes de DRX de enlace descendente y las órdenes de avance de temporización. Para cada tipo de elemento de control de MAC, se asigna un LCID especial. Un ejemplo para una PDU de MAC se muestra en la figura 6.

Control de potencia

El control de potencia de transmisor de enlace ascendente en un sistema de comunicaciones móviles sirve para el fin de equilibrar la necesidad de una energía de transmisor suficiente por bit para lograr la QoS requerida, frente a la necesidad de reducir al mínimo la interferencia a otros usuarios del sistema y de aumentar al máximo la duración de la batería del equipo de usuario. Para lograr esto, el control de potencia de enlace ascendente se ha de adaptar a las características del canal de propagación de radio, incluyendo pérdida de trayectoria, sombreado y desvanecimiento rápido, así como superar la interferencia a partir de otros usuarios dentro de la misma célula y las células vecinas. El papel del control de potencia (PC, *Power Control*) se vuelve decisivo para proporcionar la SINR (*Signal-to-Interference plus Noise Ratio*, relación de señal con respecto a interferencia más ruido) requerida mientras se controla al mismo tiempo la interferencia que se causa a las células vecinas. La idea de los esquemas de PC clásicos en el enlace ascendente es que todos los usuarios se reciban con la misma SINR, lo que se conoce como una compensación completa. Como alternativa, 3GPP ha adoptado para las versiones 8 / 9 de LTE el uso del control de potencia fraccional (FPC, *Fractional Power Control*). Esta nueva funcionalidad hace que los usuarios con una pérdida de trayectoria más alta operen con un requisito de SINR más bajo, de tal modo que sea más probable que los mismos generen menos interferencia a las células vecinas.

El esquema de control de potencia que se proporciona en la edición 8 / 9 de LTE emplea una combinación de un control de lazo abierto y de lazo cerrado. Un modo de operación involucra el establecimiento de un punto de operación aproximado para el espectro de densidad de potencia de transmisión por medio de unos medios de lazo abierto sobre la base de una estimación de pérdida de trayectoria. Se puede aplicar entonces una operación más rápida en torno al punto de operación de lazo abierto por medio de un control de potencia de lazo cerrado. Esto controla la interferencia y ajusta finamente los ajustes de potencia para adecuarse a las condiciones de canal incluyendo desvanecimiento rápido.

Con esta combinación de mecanismos, el esquema de control de potencia en la edición 8 / 9 de LTE proporciona soporte para más de un modo de operación. Este se puede ver como un conjunto de herramientas para diferentes estrategias de control de potencia dependiendo del escenario de implantación, la carga de sistema y la preferencia del operador.

Las fórmulas detalladas de control de potencia se especifican en las versiones 8 / 9 de LTE para el canal compartido de enlace ascendente físico (PUSCH, *Physical Uplink Shared Channel*), el canal de control de enlace ascendente físico (PUCCH, *Physical Uplink Control Channel*) y las señales de referencia de sondeo (SRS, *Sounding Reference Signal*) en la sección 5.1 en la norma TS 36.213 de 3GPP, "*Physical layer procedures*", versión 8.8.0, disponible en <http://www.3gpp.org>. La fórmula para cada una de estas señales de enlace ascendente sigue los mismos principios básicos; las mismas se pueden considerar, en todos los casos, como una suma de dos términos principales: un punto de operación de lazo abierto básico que se deriva de parámetros estáticos o semi-estáticos que son señalizados por el eNodeB, y una desviación dinámica que se actualiza de subtrama a subtrama.

El punto de operación de lazo abierto básico para la potencia de transmisión por bloque de recursos depende de un número de factores, incluyendo la interferencia entre células y carga de célula. Este se puede dividir a su vez en dos componentes, un nivel P_0 de base semi-estática, que está compuesto adicionalmente por un nivel de potencia común para todos los equipos de usuario en la célula (medido en dBm) y una desviación específica del UE, y una componente de compensación de pérdida de trayectoria de lazo abierto. La parte de desviación dinámica de la potencia por bloque de recursos también se puede descomponer adicionalmente en dos componentes, una componente dependiente de la MCS y unas órdenes explícitas de control de potencia de transmisor (TPC, *Transmitter Power Control*).

La componente dependiente de MCS (a la que se hace referencia en las especificaciones de LTE como Δ_{TF} , en la que TF quiere decir "Formato de Transporte" (*Transport Format*)) permite que la potencia transmitida por bloque de recursos se adapte de acuerdo con la velocidad de datos de la información transmitida.

La otra componente del desplazamiento dinámico son las órdenes de TPC específicas de UE. Estas pueden funcionar en dos modos diferentes: las órdenes de TPC acumulativas (disponibles para PUSCH, PUCCH y SRS) y las órdenes de TPC absolutas (disponibles solo para PUSCH). Para el PUSCH, la conmutación entre estos dos modos se configura de forma semi-estática para cada UE por medio de una señalización de RRC - es decir, el modo no se puede cambiar de forma dinámica. Con las órdenes de TPC acumulativas, cada orden de TPC indica un escalón de potencia en relación con el nivel anterior. El control de potencia de transmisor de enlace ascendente en un sistema de comunicación móvil atiende al fin de equilibrar la necesidad de una energía de transmisor suficiente por bit para lograr la QoS requerida frente a la necesidad de reducir al mínimo la interferencia para otros usuarios del sistema y de aumentar al máximo la duración de la batería del equipo de usuario.

Para lograr esto, el control de potencia de enlace ascendente se ha de adaptar a las características del canal de propagación de radio, incluyendo pérdida de trayectoria, sombreado y desvanecimiento rápido, así como superar la interferencia a partir de otros usuarios dentro de la misma célula y las células vecinas.

El establecimiento de la potencia de transmisión de UE P_{PUSCH} [dBm] para la transmisión de PUSCH en la subtrama de referencia i se define por medio de (véase la sección 5.1.1.1 de la norma TS 36.213 de 3GPP):

$$P_{PUSCH}(i) = \min\{P_{CMAX}, 10 \log_{10}(M_{PUSCH}(i)) + P_{O_PUSCH}(j) + \alpha(j) \cdot PL + \Delta_{TF}(i) + f(i)\}$$

Ecuación 1

- P_{CMAX} es la potencia de transmisión de UE máxima que es elegida por el UE en el intervalo dado (véase en lo sucesivo); M_{PUSCH} es el número de bloques de recursos físicos (PRB, *physical resource block*) asignados. Cuantas más PRB se asignen, más potencia de transmisión de enlace ascendente se asignará.
- $P_{O_PUSCH}(j)$ indica la potencia de transmisión de base que se señala por medio de RRC. Para una programación semi-persistente (SPS, *semi-persistent scheduling*) y una programación dinámica, esto es la suma de una componente nominal específica de célula $P_{O_NOMINAL_PUSCH}(j) \in [-126, \dots, 24]$ y una componente específica de UE $P_{O_UE_PUSCH}(j) \in [-127, \dots, -96]$. Para el mensaje de RACH 3: Desplazamiento con respecto a la potencia de transmisión de preámbulo
- α denota un parámetro específico de célula (que se radiodifunde en la información de sistema). Este parámetro indica cuánta pérdida de trayectoria PL se compensa. $\alpha = 1$ quiere decir que el nivel de señal recibido en el eNodeB es el mismo con independencia de la posición del equipo de usuario. Para SPS y una programación dinámica, $\alpha \in \{0, 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9, 1\}$, y para el caso del mensaje de RACH 3, $\alpha(j) = 1$.
- PL es la pérdida de trayectoria de UE que se obtiene en los equipos de usuario sobre la base de la medición de la potencia recibida de señal de referencia (RSRP, *Reference Signal Received Power*) y la potencia de transmisión de señal de referencia (RS, *Reference Signal*) señalizada. La PL se puede definir como $PL = \text{potencia de señal de referencia} - \text{RSRP filtrada de capa más alta}$.
- Δ_{TF} es un desplazamiento de potencia dependiente de la modulación y del esquema de codificación (formato de transporte).

- $f(i)$ es una función de las órdenes de control de potencia de lazo cerrado que se señalizan desde el eNodeB al UE. $f(\cdot)$ representa una acumulación en caso de órdenes de TPC acumulativas. Si las órdenes de lazo cerrado son relativas acumulativas o absolutas es configurado por capas más altas. Para las órdenes de TPC acumulativas, se proporcionan dos conjuntos de valores de escalón de potencia: (-1, 1) dB para el formato de DCI 3A y (-1, 0, +1,+3) dB para el formato de DCI 3. El conjunto de valores que se pueden señalar por medio de órdenes de TPC absolutas es (-4, -1, 1, 4) dB, que es indicado por el formato de DCI 3.

Notificación de margen de potencia

Con el fin de ayudar al eNodeB a programar los recursos de transmisión de enlace ascendente para diferentes equipos de usuario de una forma apropiada, es importante que el equipo de usuario pueda notificar su margen de potencia disponible al eNodeB.

El eNodeB puede usar las notificaciones de margen de potencia para determinar cuánto ancho de banda de enlace ascendente por subtrama es capaz de usar un equipo de usuario. Esto ayuda a evitar la asignación de recursos de transmisión de enlace ascendente a los equipos de usuario que no son capaces de usar los mismos, con el fin de evitar un desperdicio de recursos.

El intervalo de la notificación de margen de potencia es de + 40 a - 23 dB (véase el documento TS 36.133 de 3GPP, "Requirements for support of radio resource management", versión 8.7.0, sección 9.1.8.4, disponible en <http://www.3gpp.org>). La parte negativa del intervalo posibilita que el equipo de usuario señalice al eNodeB la medida en la que este ha recibido una concesión de UL que requeriría más potencia de transmisión de la que tiene disponible el UE. Esto posibilitaría que el eNodeB redujera el tamaño de una concesión posterior, liberando de este modo recursos de transmisión para su asignación a otros UE.

Una notificación de margen de potencia solo se puede enviar en unas subtramas en las que un UE tenga una concesión de UL. La notificación se refiere a las subtramas en las que se envió la misma. Se define una serie de criterios para desencadenar una notificación de margen de potencia. Los mismos incluyen:

- un cambio significativo en la pérdida de trayectoria estimada desde la última notificación de margen de potencia
- ha transcurrido más de un tiempo configurado desde la última notificación de margen de potencia
- más de un número configurado de órdenes de TPC de lazo cerrado ha sido puesto en práctica por el UE.

El eNodeB puede configurar parámetros para controlar cada uno de estos desencadenantes, dependiendo de la carga del sistema y de los requisitos de su algoritmo de programación. Con el fin de ser más específicos, el RRC controla la notificación de margen de potencia mediante la configuración de los dos temporizadores *Temporizador-PHRperiódica* y *Temporizador-PHRprohibición*, y mediante la señalización de *cambio de pérdida de trayectoria de dl* que establece el cambio en la pérdida de trayectoria de enlace descendente medida para desencadenar una notificación de margen de potencia.

La notificación de margen de potencia se envía como un elemento de control de MAC. Esta consiste de un único octeto en el que se reservan los dos bits más altos y los seis bits más bajos representan los valores de dB que se han mencionado en lo que antecede en escalones de 1 dB. La estructura del elemento de control de MAC se muestra en la Figura 7.

El margen de potencia de UE PH [dB] válido para la subtrama i se define mediante (véase la sección 5.1.1.2 de la norma TS 36.213 de 3GPP):

$$PH(i) = P_{CMAX} - \{10 \cdot \log_{10}(M_{PUSCH}(i)) + P_{0_PUSCH}(j) + \alpha(j) \cdot PL + \Delta_{TF}(i) + f(i)\} \quad \text{Ecuación 2}$$

El margen de potencia se redondeará al valor más cercano en el intervalo [40; -23] dB con escalones de 1 dB. P_{CMAX} es la potencia de transmisión de UE máxima total (o potencia de transmisión máxima total del equipo de usuario) y es un valor que es elegido por el equipo de usuario en el intervalo dado de P_{CMAX_L} y P_{CMAX_H} sobre la base de las siguientes restricciones:

- $P_{CMAX_L} \leq P_{CMAX} \leq P_{CMAX_H}$
- $P_{CMAX_L} = \min(P_{EMAX} - \Delta T_C, P_{ClasePotencia} - MPR - AMPR - \Delta T_C)$
- $P_{CMAX_H} = \min(P_{EMAX}, P_{ClasePotencia})$

P_{EMAX} es el valor que se señala por medio de la red y ΔT_C , MPR y $AMPR$ (que también se denota $A-MPR$ - *Additional Maximum Power Reduction*, reducción de potencia máxima adicional) se especifican en la norma TS 36.101 de 3GPP, "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); User Equipment (UE) radio transmission and reception", versión 8.7.0, sección 6.2 disponible en <http://www.3gpp.org>. MPR es un valor de reducción de potencia, la así denominada reducción de potencia máxima, que se usa para controlar la relación de potencia de fuga de canal adyacente (ACLR, *Adjacent Channel Leakage Power Ratio*) que está asociada con los diversos esquemas de modulación y el ancho de banda de transmisión. Un canal adyacente por ejemplo puede ser o bien

otro canal de Acceso por Radio Terrestre Universal Evolucionado (E-UTRA, *Evolved Universal Terrestrial Radio Access*) o bien un canal de UTRA. La reducción de potencia admitida máxima (*MPR, maximum allowed power reduction*) también se define en la norma TS 36.101 de 3GPP. Esta es diferente dependiendo del ancho de banda de canal y el esquema de modulación. La reducción del equipo de usuario puede ser menor que este valor de reducción de potencia admitida máxima (*MPR*). 3GPP especifica una prueba de *MPR* que verifica que la potencia de transmisión máxima de un equipo de usuario es mayor que o igual a la potencia de transmisión máxima total nominal menos la *MPR* al tiempo que se siguen cumpliendo los requisitos de ACLR.

Tal como se ha indicado en lo que antecede, *AMPR* es la reducción de potencia máxima adicional. Esta es específica de banda y se aplica cuando es configurado por la red.

Tal como se puede ver a partir de las explicaciones en lo que antecede, P_{CMAX} es específica de la puesta en práctica del UE y, por lo tanto, no es conocida por el eNodeB.

La figura 25 muestra unos escenarios a modo de ejemplo para un estado de potencia de transmisión de UE y un margen de potencia correspondiente. En el lado izquierdo de la figura 25, el equipo de usuario no está limitado en cuanto a su potencia (PHR positiva), mientras que, en el lado derecho de la figura 25, un margen de potencia negativo está implicando una limitación de potencia del equipo de usuario. Obsérvese que la $P_{CMAX,L} \leq P_{CMAX} \leq \min(P_{EMAX}, P_{ClasePotencia})$ en la que el límite inferior $P_{CMAX,L}$ por lo general depende principalmente de la reducción de potencia máxima *MPR* y la reducción de potencia máxima adicional *AMPR*, es decir, $P_{CMAX,L} \cong P_{ClasePotencia} - MPR - AMPR$.

Avances adicionales para LTE (LTE-A)

El espectro de frecuencia para IMT-avanzada se decidió en la Conferencia Mundial de Comunicación por Radio de 2007 (*WRC-07 World Radio communication Conference 2007*). A pesar de que se decidió el espectro general de frecuencia para la IMT-avanzada, el ancho de banda de frecuencia disponible actual es diferente en función de cada región o país. Siguiendo la decisión en lo que respecta a la descripción general del espectro de frecuencias disponibles, no obstante, la normalización de una interfaz de radio se inició en el Proyecto de Asociación de Tercera Generación (3GPP, *3rd Generation Partnership Project*). En la reunión n.º 39 de TSG RAN de 3GPP, se aprobó la descripción del Elemento de Estudio acerca de "Avances Adicionales para E-UTRA (LTE-Avanzada)" ("*Further Advancements for E-UTRA (LTE-Advanced)*"). El elemento de estudio cubre componentes tecnológicos a tener en cuenta para la evolución de E-UTRA, por ejemplo, para satisfacer los requisitos sobre IMT-avanzada. En lo sucesivo se describen dos componentes tecnológicos de gran importancia que están siendo considerados en la actualidad para LTE-A.

Agregación de Portadoras en LTE-A para soportar un ancho de banda más amplio

En la agregación de portadoras, dos o más portadoras de componente (portadoras de componente) se agregan con el fin de soportar anchos de banda de transmisión más amplios de hasta 100 MHz. Todas las portadoras de componente se pueden configurar para ser compatibles con la Edición 8 / 9 de LTE, al menos cuando los números agregados de portadoras de componente en el enlace ascendente y el enlace descendente son los mismos. No todas las portadoras de componente que son agregadas por un equipo de usuario pueden ser necesariamente compatibles con la Edición 8 / 9.

Un equipo de usuario puede recibir o transmitir de forma simultánea una o múltiples portadoras de componente dependiendo de sus capacidades. Un equipo de usuario de la Edición 10 de LTE-A con capacidades de recepción y / o de transmisión para la agregación de portadoras puede recibir y / o transmitir de forma simultánea en múltiples portadoras de componente, mientras que un equipo de usuario de la Edición 8 / 9 de LTE puede recibir y transmitir solo en una única portadora de componente, con la condición de que la estructura de la portadora de componente siga las especificaciones de la Edición 8 / 9.

La agregación de portadoras es soportada por portadoras de componente tanto contiguas como no contiguas con cada portadora de componente limitada a un máximo de 110 bloques de recursos en el dominio de la frecuencia usando la numerología de la Edición 8 / 9. Es posible configurar un equipo de usuario para agregar un número diferente de portadoras de componente procedentes del mismo eNodeB y de unos anchos de banda posiblemente diferentes en el enlace ascendente y el enlace descendente:

- el número de portadoras de componente de enlace descendente que se pueden configurar depende de la capacidad de agregación de enlace descendente del equipo de usuario;
- el número de portadoras de enlace ascendente que se pueden configurar depende de la capacidad de agregación de enlace ascendente del equipo de usuario;
- no es posible configurar un equipo de usuario con más portadoras de componente de enlace ascendente que portadoras de componente de enlace descendente;

- en las puestas en práctica de TDD típica, el número de portadoras de componente y el ancho de banda de cada portadora de componente en el enlace ascendente y el enlace descendente es el mismo.

Las portadoras de componente que se originan a partir del mismo eNodeB no necesitan proporcionar la misma cobertura.

- 5 La separación entre las frecuencias centrales de las portadoras de componente agregadas de forma contigua deberá ser un múltiplo de 300 kHz. Esto es con el fin de ser compatibles con la trama de frecuencias de 100 kHz de la Edición 8 / 9 y, al mismo tiempo, preservar la ortogonalidad de las subportadoras con una separación de 15 kHz. Dependiendo del escenario de agregación, la separación de $n \times 300$ kHz se puede facilitar por medio de la inserción de un bajo número de subportadoras no usadas entre portadoras de componente contiguas.
- 10 La naturaleza de la agregación de múltiples portadoras solo se expone hasta la capa de MAC. Tanto para el enlace ascendente como para el enlace descendente, hay una entidad de HARQ requerida en MAC para cada portadora de componente agregada. Hay (en la ausencia de SU-MIMO - *Single User Multiple Input Multiple Output*, múltiples entradas, múltiples salidas de usuario único- para el enlace ascendente) como máximo un bloque de transporte por portadora de componente. Un bloque de transporte y sus retransmisiones de HARQ potenciales se han de poner en correspondencia con la misma portadora de componente.
- 15

La estructura de la capa 2 con la agregación de portadoras activada se muestra en la figura 19 y la figura 20 para el enlace descendente y el enlace ascendente, de forma respectiva.

- 20 Cuando se configura la agregación de portadoras, el equipo de usuario solo tiene una conexión de RCC con la red. En el establecimiento / restablecimiento de conexiones de RCC, una célula proporciona la entrada de seguridad (una ECGI, una PCI y una ARFCN) y la información de movilidad de estrato sin acceso (por ejemplo, TAI) de forma similar a como es en la Edición 8 / 9 de LTE. Después del establecimiento / restablecimiento de conexiones de RCC, se hace referencia a la portadora de componente que se corresponde con esa célula como Célula Primaria (PCell) de enlace descendente. Hay siempre una y solo una PCell de enlace descendente (PCell de DL) y una PCell de enlace ascendente (PCell de UL) configuradas por equipo de usuario en el modo conectado. Dentro del conjunto configurado de portadoras de componente, se hace referencia a otras células como Células Secundarias (SCell).
- 25 Las características de la PCell de enlace descendente y de enlace ascendente son:

- la célula Pcell de enlace ascendente se usa para la transmisión de la información de control de enlace ascendente de la Capa 1
- la célula Pcell de enlace descendente no se puede desactivar

30

- el restablecimiento se desencadena cuando la Pcell de enlace descendente experimenta un desvanecimiento de Rayleigh (RLF, *Rayleigh fading*), no cuando las SCell de enlace descendente experimentan un RLF
- la célula Pcell de enlace descendente se puede cambiar con una transferencia
- la información de Estrato de No Acceso se toma de la Pcell de enlace descendente

- 35 La reconfiguración, la adición y la eliminación de portadoras de componente se pueden llevar a cabo mediante RRC. En la transferencia intra-LTE, RRC también puede añadir, eliminar o reconfigurar las portadoras de componente para el uso en la célula objetivo. Cuando se añade una nueva portadora de componente, la señalización de RRC dedicada se usa para el envío de la información de sistema de las portadoras de componente que es necesaria para la transmisión / recepción de portadora de componente (de forma similar a como es para la transferencia en la Edición 8 / 9 de LTE).

- 40 Cuando se configura la agregación de portadoras, un equipo de usuario se puede programar a través de múltiples portadoras de componente de forma simultánea pero, en cualquier momento dado debería estar en curso, como máximo, un procedimiento de acceso aleatorio. La programación de portadora cruzada permite que el canal de control de enlace descendente físico (PDCCH, *Physical Downlink Control Channel*) de una portadora de componente programe recursos en otra portadora de componente. Para este fin, se introduce un campo de identificación de portadora de componente en los respectivos formatos de información de control de enlace descendente (DCI, *Downlink Control Information*). Un enlace entre portadoras de componente de enlace ascendente y de enlace descendente permite identificar la portadora de componente de enlace ascendente para la que es de aplicación la concesión cuando no hay programación no de portadora cruzada. La vinculación de las portadoras de componente de enlace descendente con la portadora de componente de enlace ascendente no tiene que ser necesariamente de uno a uno. Dicho de otra forma, más de una portadora de componente de enlace descendente se puede enlazar a la misma portadora de componente de enlace ascendente. Al mismo tiempo, una portadora de componente de enlace descendente se puede enlazar solo a una portadora de componente de enlace ascendente.
- 45
- 50

(Des)activación de una portadora de componente y operación de DRX

5 En la agregación de portadoras, siempre que un equipo de usuario se configura con solo una portadora de componente, es de aplicación la recepción discontinua (DRX) de la edición 8 / 9 de LTE. En otros casos, se aplica la misma operación de DRX a todas las células configuradas y activadas, de forma respectiva, las portadoras de componente (es decir, un tiempo activo idéntico para la supervisión de PDCCH). Cuando se encuentra en tiempo activo, cualquier portadora de componente puede programar siempre un canal compartido de enlace descendente físico (PDSCH, *Physical Downlink Shared Channel*) en cualquier otra portadora de componente configurada y activada (restricciones adicionales se encuentran libres para su estudio).

10 Para posibilitar un consumo de batería de equipo de usuario razonable cuando se configura la agregación de portadoras, se introduce un mecanismo de activación / desactivación de portadoras de componente para las SCell de enlace descendente (es decir, la activación / desactivación no se aplica a la PCell). Cuando una SCell de enlace descendente no se encuentra activa, no es necesario que el equipo de usuario reciba el PDCCH o PDSCH correspondiente, ni se requiere que el mismo lleve a cabo unas mediciones de CQI (CQI es la forma abreviada de *Channel Quality Indicator*, indicador de calidad de canal). A la inversa, cuando una SCell de enlace descendente se encuentra activa, el equipo de usuario recibirá PDSCH y PDCCH (si se encuentran presentes), y se espera que sea capaz de llevar a cabo unas mediciones de CQI. En el enlace ascendente no obstante, siempre se requiere que un equipo de usuario sea capaz de transmitir en PUSCH en cualquier portadora de componente de enlace ascendente configurada cuando se programa en el PDCCH correspondiente (es decir, no hay activación explícita alguna de portadoras de componente de enlace ascendente).

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

- la activación explícita de las SCell de enlace descendente se hace por medio de señalización de MAC;
- la desactivación explícita de las SCell de enlace descendente se hace por medio de señalización de MAC;
- también es posible la desactivación implícita de las SCell de enlace descendente;
- 25 - las SCell de enlace descendente se pueden activar y desactivar de forma individual, y una única orden de activación / desactivación puede activar / desactivar un subconjunto de las SCell de enlace descendente configuradas;
- las SCell que se añaden al conjunto de portadoras de componente configuradas están “desactivadas” inicialmente.

Control de potencia de enlace ascendente para agregación de portadoras

30 Incluso a pesar de que la mayor parte de los detalles del algoritmo de control de potencia de enlace ascendente para el caso de la agregación de portadoras se siguen encontrando abiertos o bajo análisis en los grupos de trabajo de 3GPP, el acuerdo general es que la edición 10 de LTE-A soporta un control de potencia de enlace ascendente específica de portadora de componente, es decir, habrá un lazo de control de potencia independiente para cada portadora de componente de enlace ascendente que se configura para el equipo de usuario. Además, se decidió que el margen de potencia se debería notificar por portadora de componente. En caso de limitación de potencia, es decir, la potencia de transmisión de UE está superando la potencia de transmisión de UE máxima total, se aplica el siguiente ajuste a escala de potencia.

40 Para el ajuste a escala de potencia, la potencia de PUCCH se debería priorizar y la potencia restante puede ser usada por PUSCH (es decir, la potencia de PUSCH se reduce a escala de potencia en primer lugar, tal vez a cero). Además, un PUSCH con información de control de enlace ascendente (UCI, *uplink control information*) se prioriza frente a un PUSCH sin UCI. Adicionalmente, se considera un ajuste a escala de potencia igual para transmisiones de PUSCH sin UCI.

45 Debido a que se supone que cada portadora de componente tiene su propio lazo de control de potencia y cada bloque de transporte en cada portadora de componente se transmite con una potencia que se establece de forma individual para la portadora de componente, la notificación de margen de potencia se debería llevar a cabo por portadora de componente. Debido a que la agregación de portadoras se puede ver como una multiplicación de varias portadoras (de componente) de la edición 8 / 9 de LTE, se puede suponer que también la notificación de margen de potencia en las portadoras de componente individuales volverá a usar los procedimientos de notificación de margen de potencia de la edición 8 / 9 de LTE.

50 Por lo tanto, cada equipo de usuario transmite unas notificaciones de margen de potencia para cada portadora de componente en esa portadora de componente. Esto quiere decir que cada portadora de componente que tiene una transmisión de enlace ascendente en una subtrama específica también podría transmitir una notificación de margen de potencia, dado que se cumplen las condiciones para enviar una notificación de ese tipo.

La notificación de margen de potencia tal como se conoce a partir de la edición 8 / 9 de LTE se controla, de forma respectiva, se desencadena de una forma por portadora de componente (mediante el empleo de diferentes temporizadores). Aplicando este concepto a las portadoras de componente individuales de un sistema utilizando una agregación de portadoras, esto quiere decir que casi nunca ocurre que, dentro de una subtrama, cada una de las portadoras de componente con una transmisión de enlace ascendente está transmitiendo una notificación de margen de potencia. Por lo tanto, incluso si los temporizadores en relación con la notificación de margen de potencia (el *temporizador PHRperiódica* y el *temporizador PHRprohibición*) se establecen a los mismos valores para todas las portadoras de componente, unas notificaciones de margen de potencia síncronas en todas las portadoras de componente dentro de una subtrama solo tendrán lugar por casualidad.

La figura 10 muestra una notificación de margen de potencia a modo de ejemplo en un sistema de LTE-A, suponiendo que la notificación de margen de potencia de la edición 8 / 9 de LTE se aplica a cada una de las tres portadoras de componente a modo de ejemplo (CoCa1 a CoCa3). En T_1 , hay una asignación de enlace ascendente en la totalidad de las tres portadoras de componente y un bloque de transporte de enlace ascendente, de forma respectiva, una PDU de MAC, incluyendo una notificación de margen de potencia para la portadora de componente respectiva se envía en cada portadora de componente. Debido a que hay una notificación de margen de potencia por portadora de componente (por CC) para cada portadora de componente, se informa al eNodeB acerca del estado de potencia del equipo de usuario. Además, los temporizadores respectivos *Temporizador-PHRperiódica* y *Temporizador-PHRprohibición* se reinician para cada portadora de componente. Para las portadoras de componente CoCa2 y CoCa3, se supone que, después de la expiración del *temporizador-PHRperiódica*, no hay asignación de enlace ascendente alguna en la siguiente subtrama, de tal modo que no se puede enviar inmediatamente notificación de margen de potencia periódica alguna. Por lo tanto, en T_2 , el equipo de usuario transmite un bloque de transporte / PDU de MAC con una notificación de margen de potencia solo en la portadora de componente CoCa1. Debido a que hay solo una asignación de recursos en la portadora de componente CoCa1, el eNodeB puede de nuevo llegar a una conclusión acerca del estado de potencia del equipo de usuario a partir de la notificación de margen de potencia por CC en T_2 .

No obstante, en T_3 , T_4 , y T_5 , solo algunos bloques de transporte / PDU de las portadoras de componente dentro de una subtrama portan una notificación de margen de potencia. Con respecto a la notificación de margen de potencia en la portadora de componente CoCa3 en T_5 . Se supone que un cambio de pérdida de trayectoria en la portadora de componente CoCa3 desencadena la notificación de margen de potencia, pero en el momento del cambio de pérdida de trayectoria ninguna de las portadoras de componente con las transmisiones de enlace ascendente (es decir, las portadoras de componente CoCa1 y CoCa2) tiene incluida una notificación de margen de potencia. Por lo tanto, T_3 , T_4 , y T_5 , el eNodeB no es consciente de la potencia de transmisión real que se gasta en las transmisiones de enlace ascendente dentro de las subtramas respectivas.

Además, en la edición 10 de LTE dentro del alcance de la agregación de portadoras hay dos límites de potencia máxima, una potencia de transmisión de UE máxima total P_{CNMAX} y una potencia de transmisión máxima específica de portadora de componente $P_{CMAC,c}$. El grupo de trabajo de RAN4 de 3GPP ya indicó que tanto la potencia de transmisión máxima por equipo de usuario (nominal) P_{CNMAX} como la potencia de transmisión específica de portadora de componente máxima (nominal) $P_{CMAC,c}$ deberían ser la misma con independencia del número de portadoras que se soportan, con el fin de no afectar al presupuesto de enlace de un equipo de usuario capaz de agregación de portadoras en el modo de operación de única portadora.

Diferente de la edición 8 / 9 de LTE, en la edición 10 de LTE-A, el equipo de usuario también tiene que hacer frente a la transmisión de PUSCH - PUCCH simultánea, una programación de múltiples agrupaciones y la transmisión simultánea en múltiples portadoras de componente, que requiere unos valores de *MPR* más grandes y también da lugar a una variación más grande de los valores de *MPR* aplicados en comparación con la edición 8 / 9 de 3GPP.

Se debería hacer notar que el eNodeB no tiene conocimiento de la reducción de potencia que es aplicada por el equipo de usuario en cada portadora de componente, debido a que la reducción de potencia real depende del tipo de asignación, el valor de *MPR* normalizado y también de la puesta en práctica de equipo de usuario. Por lo tanto, el eNodeB no conoce la potencia de transmisión máxima específica de portadora de componente en relación con la cual el equipo de usuario calcula el margen de potencia. En la edición 8 / 9 de LTE, por ejemplo la potencia de transmisión máxima de equipo de usuario P_{CNMAX} se puede encontrar dentro de un cierto intervalo determinado tal como se ha descrito en lo que antecede ($P_{CMAX_L} \leq P_{CMAX} \leq P_{CMAX_H}$).

Debido a la reducción de la potencia de transmisión máxima específica de portadora de componente $P_{CMAC,c}$, la cual no es conocida por el eNodeB tal como se ha explicado en lo que antecede, el eNodeB no puede conocer en realidad cómo de cerca está operando un equipo de usuario con respecto a su potencia de transmisión máxima total P_{CNMAX} . Por lo tanto, podría haber situaciones en las que el equipo de usuario está superando la potencia de transmisión máxima de equipo de usuario total P_{CNMAX} que por lo tanto requeriría un ajuste a escala de potencia. La figura 26 muestra un escenario a modo de ejemplo en el que el equipo de usuario está limitado en cuanto a su potencia, es decir, está aplicando un ajuste a escala de potencia en las portadoras de componente CC n.º 1 y CC n.º 2 que se configuran en el enlace ascendente. Incluso a pesar de que el equipo de usuario está limitado en cuanto a su potencia, las notificaciones de margen de potencia específica de portadora de componente de acuerdo con las definiciones de LTE indican un margen de potencia lo bastante grande.

El documento de análisis / decisión, Tdoc R2-103550 de Samsung que se titula “*Transmission Power & PHR handing in CA*”, se refiere una operación de PHR global en una agregación de portadoras con respecto al ajuste de potencia de enlace ascendente en caso de múltiples transmisiones de enlace ascendente. El documento también analiza cómo definir $P_{CMAX,C}$ y P_{CMAX} y cómo la reducción de potencia afecta al margen de potencia.

- 5 El documento de análisis / decisión, Tdoc R2-103558 de NSN que se titula “*Details of PHR for carrier aggregation*”, describe la necesidad de una PHR específica de UE, explicando que es difícil obtener una limitación de potencia de UE sobre la base de la PHR por célula de servicio actual debido a la MPR desconocida. Este propone la provisión de una información de limitación de potencia específica de UE al eNB.

- 10 El documento de análisis / decisión, Tdoc R2-103602 de CATT que se titula “*Impact of carrier aggregation on MAC layer*”, concluye, en relación con el impacto de la agregación de portadoras para la capa de MAC, que la PHR es específica de CC y que el cálculo de P_{CMAX} se basa en la potencia máxima de UE y en la limitación de potencia en esta portadora.

El documento US 2009/163211 A1 se refiere a técnicas para enviar un mensaje para un acceso aleatorio por un UE.

Sumario de la invención

- 15 Un objeto de la invención es proponer procedimientos que permiten que el eNodeB reconozca el estado de uso de potencia de un equipo de usuario en un sistema de comunicación móvil usando una agregación de portadoras.

- 20 El objeto se soluciona por medio de la materia objeto de las reivindicaciones independientes. Algunas formas de realización ventajosas son objeto de las reivindicaciones dependientes. En lo sucesivo, se presentan varias formas de realización adicionales. No obstante, las formas de realización que no son cubiertas por las reivindicaciones se han de entender como ejemplos útiles para entender la invención.

- 25 Un primer aspecto de la invención es habilitar al equipo de usuario para indicar al eNodeB cuándo el mismo está potencialmente quedando limitado en cuanto a su potencia o está limitado en cuanto a su potencia, es decir, cuando se encuentra próximo a usar su potencia de transmisión de UE máxima total (a la que también se hace referencia como “potencia de transmisión máxima total del equipo de usuario”, “potencia de transmisión de UE máxima total del equipo de usuario” o “potencia de transmisión de UE máxima total del equipo de usuario” en lo sucesivo) o las asignaciones de recursos y las órdenes de control de potencia del eNodeB requerirían el uso de una potencia de transmisión que supera la potencia de transmisión máxima total del equipo de usuario.

- 30 En línea con este primer aspecto de la invención y de acuerdo con una primera puesta en práctica a modo de ejemplo, el equipo de usuario usa un indicador en las unidades de datos de protocolo de MAC (PDU, *protocol data unit*, de MAC) de cada subtrama para señalar al eNodeB, si el equipo de usuario aplicó un ajuste a escala de potencia a la transmisión (de las PDU de MAC) dentro de la subtrama respectiva. El indicador o indicadores por ejemplo se pueden incluir en uno o más subencabezados de MAC de las PDU de MAC.

- 35 En una potenciación de la primera puesta en práctica a modo de ejemplo, se proporciona un indicador para cada portadora de componente configurada (o, como alternativa, para cada portadora de componente activa) en el enlace ascendente con el fin de permitir la indicación del uso de un ajuste a escala de potencia para las portadoras de componente individuales en el enlace ascendente. Por ejemplo, esto se puede lograr mediante la multiplexación de los indicadores respectivos a las PDU de MAC que son transmitidas por el equipo de usuario en las portadoras de componente configuradas (o, como alternativa, activas) respectivas en el enlace ascendente, de tal modo que el indicador se puede asociar con la portadora de componente configurada (o, como alternativa, activa) en la que se transmite el mismo.

- 40 Si la una indicación del estado de potencia del equipo de usuario se debiera hacer antes de que el equipo de usuario alcance en realidad su potencia de transmisión de UE máxima total, se podría definir un valor umbral (por ejemplo, un determinado porcentaje) en relación con la potencia de transmisión de UE máxima total que, cuando se supera, desencadena que el equipo de usuario establezca un indicador. En este caso, cuando se establece, el indicador indicaría al eNodeB que el equipo de usuario se encuentra próximo a usar la potencia de transmisión de UE máxima total (es decir, superó el valor umbral). Asimismo, este indicador se puede señalar para cada portadora de componente de enlace ascendente configurada de forma individual y por ejemplo se puede incluir en uno o más subencabezados de MAC de las PDU de MAC.

- 45 Aun en línea con el primer aspecto y de acuerdo con otra segunda puesta en práctica a modo de ejemplo, si es necesario que el equipo de usuario aplique un ajuste a escala de potencia a una transmisión de unas PDU de MAC en una subtrama dada, el equipo de usuario está transmitiendo en esta subtrama una notificación de margen de potencia para cada portadora de componente de enlace ascendente configurada (o, como alternativa, para cada portadora de componente de enlace ascendente activa) (a la que también se hace referencia como notificación o notificaciones de margen de potencia por portadora de componente) junto con un indicador que la notificación o notificaciones de margen de potencia por portadora de componente se desencadenan por que la potencia de transmisión estimada que se requiere para transmitir las PDU de MAC dentro de la subtrama dada supere la potencia de transmisión máxima total del equipo de usuario (como alternativa, el indicador también se podría

interpretar como una indicación de que se ha aplicado un ajuste a escala de potencia a las transmisiones dentro de la subtrama dada por el equipo de usuario debido a este evento).

Por lo tanto, en esta segunda puesta en práctica a modo de ejemplo, cuando la potencia de transmisión que se requiere para una transmisión de las PDU de MAC en unas portadoras de componente de enlace ascendente dentro de la subtrama respectiva superará una potencia de transmisión máxima total del equipo de usuario, una notificación de margen de potencia por portadora de componente aperiódica para la totalidad de la portadora o portadoras de componente de enlace ascendente configuradas (o activas) es desencadenada y enviada por el equipo de usuario. La indicación del desencadenamiento para la notificación o notificaciones de margen de potencia por portadora de componente por ejemplo se puede incluir en un subencabezado de MAC de una PDU de MAC que porta una notificación de margen de potencia por portadora de componente en un elemento de control de MAC.

Esta segunda puesta en práctica a modo de ejemplo también se puede modificar con el fin de señalar una indicación del estado de potencia del equipo de usuario debería ser antes de que el equipo de usuario alcance en realidad su potencia de transmisión de UE máxima total. De nuevo, se podría definir un valor umbral (por ejemplo, un determinado porcentaje) en relación con la potencia de transmisión de UE máxima total que, cuando se supera, desencadena que el equipo de usuario envíe una notificación de margen de potencia para cada portadora de componente de enlace ascendente configurada.

Además, una notificación de margen de potencia para cada portadora de componente de enlace ascendente configurada (o, como alternativa, para cada portadora de componente de enlace ascendente activa) se puede enviar opcionalmente junto con una indicación de que la notificación de margen de potencia respectiva se desencadenó por superar la potencia de transmisión máxima total del equipo de usuario o un umbral en relación con la misma. Por ejemplo, tal indicación podría estar comprendida en un subencabezado de MAC de un elemento de control de MAC que transporta una notificación de margen de potencia para una portadora de componente de enlace ascendente configurada del equipo de usuario.

De acuerdo con una tercera puesta en práctica a modo de ejemplo adicional en línea con el primer aspecto de la invención, el equipo de usuario está indicando al eNodoB la cantidad de reducción de potencia que se aplica a la potencia de transmisión máxima de una portadora de componente. Como alternativa, en lugar de la reducción de potencia, la potencia de transmisión máxima de cada portadora de componente de enlace ascendente configurada (después de haber aplicado la reducción de potencia específica de portadora de componente) se podría señalar al eNodoB.

La cantidad de reducción de potencia por ejemplo se puede señalar por portadora de componente de enlace ascendente configurada o por portadora de componente de enlace ascendente activa.

En un ejemplo adicional, la cantidad de reducción de potencia que se aplica a la potencia de transmisión máxima de una portadora de componente se señala junto con una notificación de margen de potencia para cada portadora de componente de enlace ascendente configurada al eNodoB.

La información acerca del estado de potencia del equipo de usuario se puede señalar en forma de uno o más elementos de control de MAC que están comprendidos dentro de la o las PDU de MAC de una subtrama dada. Además, la información de estado de potencia señalizada habilita al eNodoB para obtener el estado de potencia para cada equipo de usuario que está señalizando su información de estado de potencia. El programador del eNodoB por ejemplo puede tener en cuenta el estado de potencia de los equipos de usuario respectivos en sus asignaciones de recursos dinámicas y / o semi-persistentes a los equipos de usuario respectivos.

En otra cuarta puesta en práctica a modo de ejemplo en línea con el primer aspecto de la invención, se habilita al equipo de usuario para indicar al eNodoB cuándo el mismo está potencialmente quedando limitado en cuanto a su potencia o está limitado en cuanto a su potencia mediante la definición de un nuevo elemento de control de MAC que es insertado por el equipo de usuario en una o más unidades de datos de protocolo que se transmiten en las portadoras de componente (asignadas) respectivas dentro de una única subtrama que está dotando al eNodoB con una indicación correspondiente.

Además, además de la indicación de que el equipo de usuario se está aproximando a su potencia de transmisión de UE máxima total, el elemento de control que se inserta en las unidades de datos de protocolo puede indicar adicionalmente un margen de potencia por equipo de usuario (por UE). Por ejemplo, el margen de potencia por equipo de usuario indica la potencia de transmisión que no es usada por el equipo de usuario cuando se transmiten las unidades de datos de protocolo (incluyendo el elemento de control de MAC) dentro de la subtrama en relación con la potencia de transmisión de UE máxima total del equipo de usuario.

El elemento de control de MAC se puede insertar en las unidades de datos de protocolo de una subtrama. Por ejemplo, el elemento de control de MAC se puede insertar en una de las unidades de datos de protocolo que son transmitidas por el equipo de usuario dentro de la subtrama o la totalidad de las unidades de datos de protocolo que son transmitidas por el equipo de usuario dentro de la subtrama.

En otra quinta puesta en práctica a modo de ejemplo y en línea con el primer aspecto de la invención, el objeto se soluciona mediante el envío por el equipo de usuario de unas notificaciones de margen de potencia por portadora de componente para todas las portadoras de componente asignadas dentro de una única subtrama cuando el equipo de usuario está potencialmente quedando limitado en cuanto a su potencia o está limitado en cuanto a su potencia, es decir, cuando se encuentra próximo a usar su potencia de transmisión de UE máxima total o las asignaciones de recursos y las órdenes de control de potencia del eNodoB requerirían el uso de una potencia de transmisión que supera la potencia de transmisión de UE máxima total del equipo de usuario.

Otro segundo aspecto de la invención es sugerir una definición para un margen de potencia por portadora de componente cuando se notifica el margen de potencia en un sistema de comunicación móvil usando una agregación de portadoras en el enlace ascendente. De acuerdo con una definición a modo de ejemplo, el margen de potencia por portadora de componente de una portadora de componente de enlace ascendente configurada (o, como alternativa, activa) se define como la diferencia entre la potencia de transmisión máxima de la portadora de componente de enlace ascendente configurada y la potencia de transmisión de enlace ascendente usada.

La potencia de transmisión de enlace ascendente usada es la potencia que es usada (o emitida) por el equipo de usuario para la transmisión de las PDU de MAC dentro de la subtrama dada. También se puede hacer referencia a la potencia de transmisión de enlace ascendente usada como la potencia de PUSCH transmitida. Por lo tanto, la potencia de transmisión de enlace ascendente usada está considerando un ajuste a escala de potencia (si se aplica a la transmisión). Por lo tanto, la potencia de transmisión usada puede ser diferente de la potencia de transmisión estimada que es la potencia de transmisión que se requiere para una transmisión de las PDU de MAC en unas portadoras de componente de enlace ascendente dentro de la subtrama respectiva como resultado de la fórmula de control de potencia.

Como alternativa, un margen de potencia de una portadora de componente de enlace ascendente configurada se puede definir como la diferencia entre la potencia de transmisión máxima de la portadora de componente de enlace ascendente configurada y una potencia de PUSCH estimada. La potencia de PUSCH por ejemplo se calcula por medio de la fórmula de control de potencia para la portadora de componente respectiva.

Además, la potencia de transmisión máxima de la portadora de componente de enlace ascendente (configurada) puede tener en cuenta una reducción de potencia debido a las transmisiones simultáneas en otra u otras portadoras de componente de enlace ascendente en la subtrama. Opcionalmente, las notificaciones de margen de potencia solo se envían para las portadoras de componente de enlace ascendente activas del equipo de usuario.

El margen de potencia por portadora de componente de acuerdo con el segundo aspecto de la invención se puede proporcionar en forma de una notificación de margen de potencia por portadora de componente. La notificación de margen de potencia por portadora de componente por ejemplo se señala en forma de un elemento de control de MAC dentro de una PDU de MAC. Tal como se ha mencionado en lo que antecede, el elemento de control de MAC que porta la notificación de margen de potencia por portadora de componente se puede asociar con un subencabezado de MAC en una sección de encabezado de la PDU de MAC que se puede emplear adicionalmente para indicar que el margen de potencia por portadora de componente se desencadena por medio de una situación de limitación de potencia de que el equipo de usuario requiera un ajuste a escala de potencia.

En todos los aspectos de la invención y también en todas las formas de realización y las puestas en práctica a modo de ejemplo que se describen en el presente documento, el equipo de usuario de forma opcional puede notificar solo en las portadoras de componente configuradas que están activas, a las que se puede hacer referencia como portadoras de componente activas (es decir, los indicadores, las notificaciones de margen de potencia, etc., solo se pueden señalar para las portadoras de componente activas únicamente). Esto por ejemplo puede ser ventajoso, si la configuración y la (des)activación de las portadoras de componente de enlace ascendente de un equipo de usuario se pueden controlar por separado.

Una forma de realización de la invención se refiere a un procedimiento para informar a un eNodoB acerca del estado de potencia de transmisión de un equipo de usuario en un sistema de comunicación móvil usando una agregación de portadoras de componente. Este procedimiento comprende las siguientes etapas llevadas a cabo por el equipo de usuario para cada subtrama en la que el equipo de usuario hace una transmisión en el enlace ascendente. El equipo de usuario determina si una potencia de transmisión estimada que se requiere para una transmisión de unidades de datos de protocolo de MAC en las portadoras de componente de enlace ascendente dentro de la subtrama respectiva superará una potencia de transmisión máxima total del equipo de usuario. Si es así, el equipo de usuario lleva a cabo un ajuste a escala de potencia de la potencia de transmisión para reducir la potencia de transmisión que se requiere para la transmisión de las unidades de datos de protocolo de MAC de tal modo que la misma ya no supera la potencia de transmisión máxima total del equipo de usuario, y transmite las unidades de datos de protocolo de MAC al eNodoB dentro de la subtrama respectiva. Las unidades de datos de protocolo de MAC transmitidas comprenden un indicador que indica al eNodoB si un ajuste a escala de potencia ha sido llevado a cabo por el equipo de usuario para transmitir las unidades de datos de protocolo de MAC en la subtrama respectiva.

El indicador por ejemplo puede estar comprendido dentro de un encabezado de MAC de al menos una de las unidades de datos de protocolo de MAC. Por ejemplo, el indicador puede ser una bandera dentro de uno o más de

los subencabezados de MAC de un encabezado de MAC respectivo que está comprendido en la al menos una unidad de datos de protocolo de MAC.

Además, en una forma de realización a modo de ejemplo más avanzada de la invención, el ajuste a escala de potencia se puede llevar a cabo para cada portadora de componente de enlace ascendente configurada de forma individual. Para cada portadora de componente de enlace ascendente en la que se transmite una unidad de datos de protocolo de MAC, al menos una unidad de datos de protocolo de MAC que se transmite en la portadora de componente de enlace ascendente respectiva comprende un indicador que indica al eNodoB si se ha aplicado un ajuste a escala de potencia a la transmisión en la portadora de componente de enlace ascendente respectiva dentro de la subtrama.

Otra forma de realización de la invención proporciona un procedimiento adicional para informar a un eNodoB acerca del estado de potencia de transmisión de un equipo de usuario en un sistema de comunicación móvil usando una agregación de portadoras de componente. De acuerdo con la presente forma de realización, un equipo de usuario determina si una potencia de transmisión estimada que se requiere para una transmisión de unidades de datos de protocolo de MAC en las portadoras de componente de enlace ascendente dentro de la subtrama respectiva superará una potencia de transmisión máxima total del equipo de usuario. Si este es el caso, el equipo de usuario lleva a cabo un ajuste a escala de potencia de la potencia de transmisión para reducir la potencia de transmisión que se requiere para la transmisión de las unidades de datos de protocolo de MAC de tal modo que la misma ya no supera la potencia de transmisión máxima total del equipo de usuario, y desencadena adicionalmente la generación de una notificación de margen de potencia para cada portadora de componente de enlace ascendente configurada del equipo de usuario. El equipo de usuario transmite las unidades de datos de protocolo de MAC al eNodoB dentro de la subtrama respectiva junto con una notificación de margen de potencia para cada portadora de componente de enlace ascendente configurada del equipo de usuario y una indicación de que la notificación o notificaciones de margen de potencia se han desencadenado por que la potencia de transmisión que se requiere para una transmisión de unidades de datos de protocolo de MAC en las portadoras de componente de enlace ascendente supere la potencia de transmisión máxima total del equipo de usuario.

Además, el equipo de usuario de forma opcional puede determinar adicionalmente, en respuesta al desencadenamiento, una notificación de margen de potencia para cada portadora de componente de enlace ascendente configurada del equipo de usuario, en la que el margen de potencia para una portadora de componente de enlace ascendente configurada se define como la diferencia entre la potencia de transmisión máxima de la portadora de componente de enlace ascendente configurada y la potencia de transmisión de enlace ascendente usada. Por lo tanto, la presente definición del margen de potencia considera el ajuste a escala de potencia.

Como alternativa, o además de lo anterior, el equipo de usuario puede determinar, en respuesta al desencadenamiento, una notificación de margen de potencia para cada portadora de componente de enlace ascendente configurada del equipo de usuario, en la que el margen de potencia de una portadora de componente de enlace ascendente configurada se define como la diferencia entre la potencia de transmisión máxima de la portadora de componente de enlace ascendente configurada y la potencia de transmisión de enlace ascendente estimada en la portadora de componente respectiva. Por lo tanto, esta definición alternativa del margen de potencia no está considerando el ajuste a escala de potencia.

Opcionalmente, el margen de potencia de acuerdo con ambas definiciones en lo que antecede puede ser determinado por el equipo de usuario para cada portadora de componente de enlace ascendente configurada y se puede proporcionar al eNodoB dentro de una notificación de margen de potencia.

En una forma de realización a modo de ejemplo adicional del procedimiento, la reducción de potencia que se aplica a la potencia de transmisión máxima de una portadora de componente de enlace ascendente configurada que es determinada por el equipo de usuario considera la transmisión o transmisiones en otra portadora o portadoras de componente de enlace ascendente configuradas del equipo de usuario dentro de la subtrama.

Además, de acuerdo con otra forma de realización a modo de ejemplo, la indicación de que la notificación o notificaciones de margen de potencia se han desencadenado por que la potencia de transmisión estimada supere la potencia de transmisión máxima total del equipo de usuario se proporciona al establecer una bandera en un subencabezado de MAC para un elemento de control de MAC que porta al menos una de la notificación o notificaciones de margen de potencia. Por ejemplo, un subencabezado de MAC se podría incluir en una sección de encabezado de la unidad de datos de protocolo de MAC a la que se multiplexa el elemento de control de MAC para cada elemento de control de MAC que comprende una notificación de margen de potencia respectiva. Una bandera en el subencabezado de MAC indica que la notificación de margen de potencia dentro del elemento de control de MAC se ha desencadenado por que la potencia de transmisión estimada que se requiere para una transmisión de unidades de datos de protocolo de MAC en las portadoras de componente de enlace ascendente dentro de la subtrama respectiva supere la potencia de transmisión máxima total del equipo de usuario.

En otra forma de realización a modo de ejemplo, un procedimiento adicional para informar a un eNodoB acerca del estado de potencia de transmisión de un equipo de usuario en un sistema de comunicación móvil usando una agregación de portadoras de componente. Opcionalmente, este procedimiento se puede llevar a cabo para cada

subtrama en la que el equipo de usuario hace una transmisión en el enlace ascendente. De acuerdo con el procedimiento, el equipo de usuario determina si una potencia de transmisión estimada que se requiere para una transmisión de unidades de datos de protocolo de MAC en las portadoras de componente de enlace ascendente dentro de la subtrama respectiva superará una potencia de transmisión máxima total del equipo de usuario. Si este es el caso, el equipo de usuario lleva a cabo un ajuste a escala de potencia de la potencia de transmisión para reducir la potencia de transmisión que se requiere para la transmisión de las unidades de datos de protocolo de MAC de tal modo que la misma ya no supera una potencia de transmisión máxima total del equipo de usuario, y transmite las unidades de datos de protocolo de MAC al eNodoB dentro de la subtrama respectiva. Las unidades de datos de protocolo de MAC transmitidas comprenden al menos un elemento de control de MAC que indica la cantidad de reducción de potencia que se aplica a la potencia de transmisión máxima del equipo de usuario para las portadoras de componente de enlace ascendente configuradas.

Como alternativa, el equipo de usuario podría señalar la potencia de transmisión máxima del equipo de usuario para las portadoras de componente de enlace ascendente configuradas, lo que no obstante puede implicar más tara en la señalización que señalar la cantidad de reducción de potencia al mismo nivel de granularidad.

Opcionalmente, el elemento o elementos de control de MAC que indican la cantidad de reducción de potencia para las portadoras de componente de enlace ascendente configuradas se podrían incluir en las PDU de MAC dentro de solo una subtrama, si la potencia de transmisión estimada que se requiere para una transmisión de unidades de datos de protocolo de MAC en las portadoras de componente de enlace ascendente dentro de la subtrama respectiva superará la potencia de transmisión máxima total del equipo de usuario, es decir, si el equipo de usuario ha de aplicar un ajuste a escala de potencia.

En una forma de realización a modo de ejemplo más detallada de este procedimiento, se puede suponer que se lleva a cabo un ajuste a escala de potencia para cada portadora de componente de enlace ascendente configurada de forma individual. Para cada portadora de componente de enlace ascendente en la que se transmite una unidad de datos de protocolo de MAC, al menos una unidad de datos de protocolo de MAC que se transmite en la portadora de componente de enlace ascendente respectiva comprende un elemento de control de MAC que indica la cantidad de reducción de potencia que se aplica a la potencia de transmisión máxima de las portadoras de componente de enlace ascendente respectivas.

De acuerdo con una forma de realización a modo de ejemplo adicional de la invención, en el caso de que la potencia de transmisión estimada que se requiere para una transmisión de unidades de datos de protocolo de MAC en las portadoras de componente de enlace ascendente dentro de la subtrama respectiva supere la potencia de transmisión máxima total del equipo de usuario, el equipo de usuario genera adicionalmente una notificación de margen de potencia para cada portadora de componente de enlace ascendente configurada y transmite las notificaciones de margen de potencia junto con las unidades de datos de protocolo de MAC incluyendo el elemento de control de MAC para notificar la reducción de potencia al eNodoB.

De acuerdo con otra forma de realización a modo de ejemplo de la invención, el equipo de usuario señala la reducción de potencia y una notificación de margen de potencia para la portadora de componente de enlace ascendente configurada respectiva en respuesta a la (des)activación de una portadora de componente de enlace ascendente o en respuesta a un cambio previamente definido de la cantidad de reducción de potencia que se aplica a la potencia de transmisión máxima para una portadora de componente de enlace ascendente.

En otra forma de realización de la invención, el formato del elemento de control de MAC que señala la cantidad de reducción de potencia se identifica por medio de

- un identificador de canal lógico previamente determinado que se define para los elementos de control de MAC que señalizan la cantidad de reducción de potencia, o
- un identificador de canal lógico previamente determinado que se define para los elementos de control de MAC que señalizan una notificación de margen de potencia y una o más banderas,

que se incluyen en el subencabezado de MAC del elemento de control de MAC.

Las diferentes formas de realización a modo de ejemplo del procedimiento para informar a un eNodoB acerca del estado de potencia de transmisión de un equipo de usuario pueden - de acuerdo con otra forma de realización de la invención - comprender las etapas de recibir por el equipo de usuario al menos una asignación de recursos de enlace ascendente, en la que cada asignación de recursos de enlace ascendente está asignando recursos para la transmisión de al menos una de las unidades de datos de protocolo de MAC en una de la pluralidad de portadoras de componente al equipo de usuario, y generar para cada asignación de recursos de enlace ascendente recibida al menos una de las unidades de datos de protocolo de MAC para su transmisión en la portadora de componente asignada respectiva. Cada unidad de datos de protocolo de MAC se transmite por medio de una correspondiente de las portadoras de componente de acuerdo con una de las asignaciones de recursos recibidas (obsérvese que, en el caso de que se use MIMO, dos PDU de MAC se pueden transmitir por medio de una portadora de componente de enlace ascendente en la que se han concedido recursos al equipo de usuario). La generación de las unidades de

datos de protocolo por ejemplo se puede llevar a cabo mediante la ejecución de un procedimiento de priorización de canal lógico.

5 En línea con el segundo aspecto de la invención y de acuerdo con otra forma de realización a modo de ejemplo de la invención, se proporciona un elemento de control de MAC para su transmisión desde un equipo de usuario a un eNodoB en un sistema de comunicación móvil usando una agregación de portadoras de componente. De acuerdo con la presente forma de realización el elemento de control de MAC comprende una notificación de margen de potencia para una portadora de componente de enlace ascendente configurada que notifica la diferencia entre la potencia de transmisión máxima de la portadora de componente de enlace ascendente configurada y una potencia de PUSCH transmitida (o la potencia de transmisión de enlace ascendente usada).

10 En un ejemplo, la potencia de PUSCH $P^{PS}_{PUSCH,c}(i)$ transmitida de la subtrama i se define por medio de

$$P^{PS}_{PUSCH,c}(i) = PSF_c \cdot \min\{P_{CMAX,c}, 10 \log_{10}(M_{PUSCH,c}(i)) + P_{0_PUSCH,c}(j) + \alpha_c(j) \cdot PL_c + \Delta_{TF,c}(i) + f_c(i)\}$$

en la que PSF_c es el factor de ajuste a escala de potencia que se aplica para la portadora de componente de enlace ascendente configurada respectiva c .

15 Además, en otra forma de realización a modo de ejemplo de la invención, el elemento de control de MAC puede comprender adicionalmente una notificación de margen de potencia de la portadora de componente de enlace ascendente configurada que notifica la diferencia entre la potencia de transmisión máxima de la portadora de componente de enlace ascendente configurada y una potencia de PUSCH estimada (o potencia de transmisión de enlace ascendente estimada en la portadora de componente respectiva).

20 Aún en línea con el segundo aspecto de la invención y de acuerdo con una forma de realización a modo de ejemplo alternativa de la invención, se proporciona otro elemento de control de MAC para su transmisión desde un equipo de usuario a un eNodoB en un sistema de comunicación móvil usando una agregación de portadoras de componente. Este elemento de control de MAC comprende una notificación de margen de potencia de la portadora de componente de enlace ascendente configurada que notifica la diferencia entre la potencia de transmisión máxima de la portadora de componente de enlace ascendente configurada y una potencia de PUSCH estimada.

25 En ambas formas de realización del elemento de control de MAC, la potencia de transmisión máxima de la portadora de componente de enlace ascendente configurada considera una reducción de potencia debido a la transmisión o transmisiones en otra portadora o portadoras de componente de enlace ascendente configuradas del equipo de usuario.

30 Otra forma de realización a modo de ejemplo de la invención está relacionada con una unidad de datos de protocolo de MAC para su transmisión desde un equipo de usuario a un eNodoB en un sistema de comunicación móvil usando una agregación de portadoras de componente. La unidad de datos de protocolo de MAC comprende un elemento de control de MAC que incluye una notificación de margen de potencia de acuerdo con una de las diferentes formas de realización que se describen en el presente documento y un subencabezado de MAC. El subencabezado de MAC comprende un indicador que, cuando se establece, indica al eNodoB que la notificación de margen de potencia se ha desencadenado por que la potencia de transmisión que se requiere para una transmisión de unidades de datos de protocolo de MAC en las portadoras de componente de enlace ascendente supere la potencia de transmisión máxima total del equipo de usuario.

35 Además, la invención también se refiere a la consecución de los procedimientos para informar a un eNodoB acerca del estado de potencia de transmisión de un equipo de usuario en soporte físico y / o por medio de módulos de soporte lógico. Por consiguiente, otra forma de realización de la invención está relacionada con un equipo de usuario para informar a un eNodoB acerca del estado de potencia de transmisión de un equipo de usuario en un sistema de comunicación móvil usando una agregación de portadoras de componente. El equipo de usuario comprende una sección de determinación que determina si una potencia de transmisión estimada que se requiere para una transmisión de unidades de datos de protocolo de MAC en las portadoras de componente de enlace ascendente dentro de la subtrama respectiva superará una potencia de transmisión máxima total del equipo de usuario. Además, el equipo de usuario comprende una sección de control de potencia que lleva a cabo un ajuste a escala de potencia de la potencia de transmisión para reducir la potencia de transmisión que se requiere para la transmisión de las unidades de datos de protocolo de MAC de tal modo que la misma ya no supera la potencia de transmisión máxima total del equipo de usuario, y una sección de transmisión para transmitir las unidades de datos de protocolo de MAC al eNodoB dentro de la subtrama respectiva. Las unidades de datos de protocolo de MAC transmitidas comprenden un indicador que indica al eNodoB si un ajuste a escala de potencia ha sido llevado a cabo por el equipo de usuario para transmitir las unidades de datos de protocolo de MAC en la subtrama respectiva.

40 Otra forma de realización a modo de ejemplo proporciona un equipo de usuario para informar a un eNodoB acerca del estado de potencia de transmisión de un equipo de usuario en un sistema de comunicación móvil usando una agregación de portadoras de componente. El equipo de usuario comprende una sección de determinación que está adaptada para determinar si una potencia de transmisión estimada que se requiere para una transmisión de unidades de datos de protocolo de MAC en las portadoras de componente de enlace ascendente dentro de la

subtrama respectiva superará una potencia de transmisión máxima total del equipo de usuario, y para desencadenar la generación de una notificación de margen de potencia para cada portadora de componente de enlace ascendente configurada del equipo de usuario, y adicionalmente una sección de control de potencia que está adaptada para llevar a cabo un ajuste a escala de potencia de la potencia de transmisión para reducir la potencia de transmisión que se requiere para la transmisión de las unidades de datos de protocolo de MAC de tal modo que la misma ya no supera la potencia de transmisión máxima total del equipo de usuario. Además, el equipo de usuario incluye una sección de transmisión que está adaptada para transmitir las unidades de datos de protocolo de MAC al eNodoB dentro de la subtrama respectiva junto con una notificación de margen de potencia para cada portadora de componente de enlace ascendente configurada del equipo de usuario y una indicación de que la notificación o notificaciones de margen de potencia se han desencadenado por que la potencia de transmisión que se requiere para una transmisión de unidades de datos de protocolo de MAC en las portadoras de componente de enlace ascendente supere la potencia de transmisión máxima total del equipo de usuario.

En una forma de realización adicional de la invención, el equipo de usuario comprende una sección de determinación que está adaptada para determinar si una potencia de transmisión estimada que se requiere para una transmisión de unidades de datos de protocolo de MAC en las portadoras de componente de enlace ascendente dentro de la subtrama respectiva superará una potencia de transmisión máxima total del equipo de usuario, y una sección de control de potencia que está adaptada para llevar a cabo un ajuste a escala de potencia de la potencia de transmisión para reducir la potencia de transmisión que se requiere para la transmisión de las unidades de datos de protocolo de MAC de tal modo que la misma ya no supera la potencia de transmisión máxima total del equipo de usuario, y adicionalmente una sección de transmisión que está adaptada para transmitir las unidades de datos de protocolo de MAC al eNodoB dentro de la subtrama respectiva. Las unidades de datos de protocolo de MAC transmitidas comprenden al menos un elemento de control de MAC que indica la cantidad de reducción de potencia que se aplica a la potencia de transmisión máxima del equipo de usuario para las portadoras de componente de enlace ascendente configuradas.

Además, de acuerdo con otra forma de realización de la invención, el equipo de usuario está adaptado para llevar a cabo las etapas de los procedimientos para informar a un eNodoB acerca del estado de potencia de transmisión de un equipo de usuario de acuerdo con una de las diversas formas de realización que se describen en el presente documento.

Otra forma de realización de la invención proporciona un medio legible por ordenador que almacena unas instrucciones que, cuando son ejecutadas por un procesador de un equipo de usuario, dan lugar a que el equipo de usuario informe a un eNodoB acerca del estado de potencia de transmisión de un equipo de usuario para cada subtrama en la que la que va a ser transmitida por el equipo de usuario hace una transmisión en el en el enlace ascendente dentro de un sistema de comunicación móvil usando una agregación de portadoras de componente, al determinar si una potencia de transmisión estimada que se requiere para una transmisión de unidades de datos de protocolo de MAC en las portadoras de componente de enlace ascendente dentro de la subtrama respectiva superará una potencia de transmisión máxima total del equipo de usuario y, si es así, llevar a cabo un ajuste a escala de potencia de la potencia de transmisión para reducir la potencia de transmisión que se requiere para la transmisión de las unidades de datos de protocolo de MAC de tal modo que la misma ya no supera la potencia de transmisión máxima total del equipo de usuario, y transmitir las unidades de datos de protocolo de MAC al eNodoB dentro de la subtrama respectiva. Las unidades de datos de protocolo de MAC transmitidas comprenden un indicador que indica al eNodoB si un ajuste a escala de potencia ha sido llevado a cabo por el equipo de usuario para transmitir las unidades de datos de protocolo de MAC en la subtrama respectiva.

Un medio legible por ordenador de otra forma de realización de la invención está almacenando unas instrucciones que, cuando son ejecutadas por un procesador de un equipo de usuario, dan lugar a que el equipo de usuario informe a un eNodoB acerca del estado de potencia de transmisión de un equipo de usuario en un sistema de comunicación móvil usando una agregación de portadoras de componente, al determinar si una potencia de transmisión estimada que se requiere para una transmisión de unidades de datos de protocolo de MAC en las portadoras de componente de enlace ascendente dentro de la subtrama respectiva superará una potencia de transmisión máxima total del equipo de usuario y, si es así, llevar a cabo un ajuste a escala de potencia de la potencia de transmisión para reducir la potencia de transmisión que se requiere para la transmisión de las unidades de datos de protocolo de MAC de tal modo que la misma ya no supera la potencia de transmisión máxima total del equipo de usuario, y desencadenar la generación de una notificación de margen de potencia para cada portadora de componente de enlace ascendente configurada del equipo de usuario, y transmitir las unidades de datos de protocolo de MAC al eNodoB dentro de la subtrama respectiva junto con una notificación de margen de potencia para cada portadora de componente de enlace ascendente configurada del equipo de usuario y una indicación de que la notificación o notificaciones de margen de potencia se han desencadenado por que la potencia de transmisión que se requiere para una transmisión de unidades de datos de protocolo de MAC en las portadoras de componente de enlace ascendente supere la potencia de transmisión máxima total del equipo de usuario.

De acuerdo con una forma de realización adicional de la invención, se proporciona un medio legible por ordenador que almacena unas instrucciones. Las instrucciones, cuando son ejecutadas por un procesador de un equipo de usuario, dan lugar a que el equipo de usuario informe a un eNodoB acerca del estado de potencia de transmisión de un equipo de usuario para cada subtrama en la que la que va a ser transmitida por el equipo de usuario hace una

transmisión en el enlace ascendente dentro de un sistema de comunicación móvil usando una agregación de portadoras de componente, al determinar si una potencia de transmisión estimada que se requiere para una transmisión de unidades de datos de protocolo de MAC en las portadoras de componente de enlace ascendente dentro de la subtrama respectiva superará una potencia de transmisión máxima total del equipo de usuario y, si es así, llevar a cabo un ajuste a escala de potencia de la potencia de transmisión para reducir la potencia de transmisión que se requiere para la transmisión de las unidades de datos de protocolo de MAC de tal modo que la misma ya no supera la potencia de transmisión máxima total del equipo de usuario, y transmitir las unidades de datos de protocolo de MAC al eNodeB dentro de la subtrama respectiva, en la que las unidades de datos de protocolo de MAC transmitidas comprenden al menos un elemento de control de MAC que indica la cantidad de reducción de potencia que se aplica a la potencia de transmisión máxima del equipo de usuario para las portadoras de componente de enlace ascendente configuradas.

Además, de acuerdo con otra forma de realización de la invención, el medio legible por ordenador puede almacenar adicionalmente unas instrucciones que, cuando se ejecutan, dan lugar a que el equipo de usuario lleve a cabo las etapas de los procedimientos para informar a un eNodeB acerca del estado de potencia de transmisión de un equipo de usuario de acuerdo con una de las diversas formas de realización que se describen en el presente documento.

Otra forma de realización de la invención en relación con el primer aspecto de la invención proporciona un procedimiento para informar a un eNodeB acerca del estado de potencia de un equipo de usuario en un sistema de comunicación móvil usando una agregación de portadoras de componente. El equipo de usuario determina si una potencia de transmisión estimada que se requiere para transmitir unidades de datos de protocolo en las portadoras de componente respectivas dentro de una subtrama superará un valor umbral en relación con una potencia de transmisión de UE máxima total del equipo de usuario. Si se supera el valor umbral, el equipo de usuario multiplexa un elemento de control de MAC a las unidades de datos de protocolo y transmite las unidades de datos de protocolo incluyendo el elemento de control de MAC al eNodeB dentro de la subtrama. El elemento de control de MAC indica al eNodeB que la potencia de transmisión que es gastada por el equipo de usuario para transmitir las unidades de datos de protocolo generadas en el enlace ascendente superó el valor umbral, es decir, está notificando el margen de potencia por equipo de usuario. El valor umbral por ejemplo se puede definir como un porcentaje del máximo que se permite usar al equipo de usuario.

De acuerdo con una forma de realización adicional de la invención, el elemento de control de MAC dota al eNodeB con un margen de potencia por equipo de usuario en relación con todas las unidades de datos de protocolo de enlace ascendente que se transmiten en la subtrama. Por ejemplo, en un sistema de comunicación basado en 3GPP tal como LTE-Avanzada, el margen de potencia por equipo de usuario podría representar todas las transmisiones en un canal compartido de enlace ascendente físico (PUSCH, *physical uplink shared channel*) y un canal de control de enlace ascendente físico (PUCCH, *physical uplink control channel*) dentro de la subtrama.

En otra forma de realización de la invención, se recibe la menos una asignación de recursos de enlace ascendente, en la que cada asignación de recursos de enlace ascendente está asignando recursos para la transmisión de una de las unidades de datos de protocolo en una de la pluralidad de portadoras de componente al equipo de usuario. Para cada asignación de recursos de enlace ascendente recibida, se genera una unidad de datos de protocolo para su transmisión en la portadora de componente asignada respectiva. Cada unidad de datos de protocolo se transmite por medio de una correspondiente de las portadoras de componente de acuerdo con una de las asignaciones de recursos recibidas.

De acuerdo con otra forma de realización de la invención, generar para cada asignación de recursos de enlace ascendente recibida una unidad de datos de protocolo comprende dicha multiplexación del elemento de control de MAC a al menos una de dichas unidades de datos de protocolo. En una forma de realización adicional de la invención el elemento de control de MAC se multiplexa a una de las unidades de datos de protocolo o a cada una de las unidades de datos de protocolo. Las unidades de datos de protocolo por ejemplo se pueden generar mediante la ejecución de un procedimiento de priorización de canal lógico conjunto.

De acuerdo con una forma de realización ventajosa de la invención, cada una de las portadoras de componente tiene una prioridad, y el elemento de control de MAC se multiplexa a la unidad de datos de protocolo que se va a transmitir en la portadora de componente de prioridad más alta para la cual se ha recibido una asignación de recursos.

En una forma de realización alternativa de la invención, cada una de las portadoras de componente tiene una prioridad, y el elemento de control de MAC se multiplexa a la unidad de datos de protocolo que se va a transmitir en la portadora de componente que logra la tasa de error de bloque más baja, que tiene el margen de potencia más grande o que experimenta la mejor calidad de canal, y para la cual se ha recibido una asignación de recursos.

Con respecto a una forma de realización adicional de la invención, la potencia de transmisión estimada se estima sobre la base de las asignaciones de recursos para las unidades de datos de protocolo que se van a transmitir en la subtrama y el estado de una función de control de potencia de transmisión.

De acuerdo con una forma de realización adicional de la invención, una señalización de control de recursos de radio se recibe a partir del eNodoB que indica dicho valor umbral como un porcentaje del máximo que se permite usar al equipo de usuario. El valor umbral se configura de acuerdo con el porcentaje indicado.

5 Otra forma de realización de la invención proporciona otro procedimiento alternativo para informar a un eNodoB acerca del estado de potencia de un equipo de usuario en un sistema de comunicación móvil usando una agregación de portadoras de componente. Las unidades de datos de protocolo se transmiten en cada una de un número previamente predeterminado de subtramas sucesivas (periodo de supervisión) desde el equipo de usuario al eNodoB. En el equipo de usuario, un elemento de control de MAC se multiplexa a las unidades de datos de protocolo de la última subtrama de dicho número previamente predeterminado de subtramas sucesivas que son transmitidas por el equipo de usuario, si se cumple una de las siguientes condiciones:

- la potencia de transmisión que se requiere para transmitir las unidades de datos de protocolo en cada una de las subtramas sucesivas supera un valor umbral en relación con la potencia de transmisión de UE máxima total del equipo de usuario, o
- 15 - la potencia de transmisión que se requiere para transmitir unidades de datos de protocolo en un subconjunto de subtramas de dichas subtramas sucesivas supera un valor umbral en relación con la potencia de transmisión de UE máxima total del equipo de usuario, o
- la potencia de transmisión promedio que se requiere para transmitir las unidades de datos de protocolo en dichas subtramas sucesivas supera un valor umbral en relación con la potencia de transmisión de UE máxima total del equipo de usuario.

20 Por lo tanto, el elemento de control de MAC indica al eNodoB que se cumplió la condición respectiva.

En una forma de realización adicional de la invención el número de subtramas de dicho subconjunto se configura por medio de señalización de control que se recibe en el equipo de usuario a partir del eNodoB o se define previamente.

25 De acuerdo con otra forma de realización de la invención, se proporciona un elemento de control de MAC para su transmisión desde un equipo de usuario a un eNodoB en un sistema de comunicación móvil usando una agregación de portadoras de componente. El elemento de control de MAC comprende un campo de margen de potencia que consiste en un número previamente predeterminado de bits para comprender un margen de potencia por equipo de usuario con respecto a todas las transmisiones de enlace ascendente del equipo de usuario en una pluralidad de portadoras de componente dentro de una subtrama que contiene el elemento de control de MAC, en relación con la potencia de transmisión de UE máxima total del equipo de usuario.

30 En una forma de realización ventajosa adicional de la invención, el elemento de control de MAC comprende un campo de indicador de portadora de componente para indicar

- el número de portadora de componente para la cual el equipo de usuario ha recibido asignaciones de recursos, o
- un mapa de bits que indica las portadoras de componente para las cuales el equipo de usuario ha recibido asignaciones de recursos.

35 En otra forma de realización de la invención, el campo de margen de potencia comprende o bien dicho margen de potencia por equipo de usuario o bien un margen de potencia por portadora de componente. El elemento de control de MAC comprende un campo de indicador de portadora de componente que está indicando si el campo de margen de potencia comprende dicho margen de potencia por equipo de usuario o dicho margen de potencia por portadora de componente.

40 Una forma de realización adicional de la invención proporciona una unidad de datos de protocolo de MAC para su transmisión desde un equipo de usuario a un eNodoB en un sistema de comunicación móvil usando una agregación de portadoras de componente. La unidad de datos de protocolo de MAC comprende un subencabezado de MAC y un elemento de control de MAC de acuerdo con una de las formas de realización de la misma que se describen en el presente documento. El subencabezado de MAC comprende un identificador de canal lógico (LCID, *logical channel identifier*) que está indicando el contenido y el formato de dicho elemento de control de MAC.

45 De acuerdo con otra forma de realización de la invención, se proporciona un equipo de usuario para informar a un eNodoB acerca del estado de potencia de un equipo de usuario en un sistema de comunicación móvil usando una agregación de portadoras de componente. Una sección de determinación del equipo de usuario determina si una potencia de transmisión estimada que se requiere para transmitir unidades de datos de protocolo en las portadoras de componente respectivas dentro de una subtrama superará un valor umbral en relación con una potencia de transmisión de UE máxima total del equipo de usuario. Una sección de generación de unidades de datos de protocolo del equipo de usuario multiplexa un elemento de control de MAC a las unidades de datos de protocolo, si se supera el valor umbral. Una sección de transmisión del equipo de usuario transmite las unidades de datos de protocolo incluyendo el elemento de control de MAC al eNodoB dentro de la subtrama. El elemento de control de

MAC indica al eNodoB que la potencia de transmisión que es gastada por el equipo de usuario para transmitir las unidades de datos de protocolo generadas en el enlace ascendente superó el valor umbral.

5 En una forma de realización ventajosa de la invención el elemento de control de MAC dota al eNodoB con un margen de potencia por equipo de usuario en relación con todas las unidades de datos de protocolo de enlace ascendente que se transmiten en la subtrama.

10 Para otra forma de realización de la invención, una sección de recepción del equipo de usuario recibe al menos una asignación de recursos de enlace ascendente. Cada asignación de recursos de enlace ascendente está asignando recursos para la transmisión de una de las unidades de datos de protocolo en una de la pluralidad de portadoras de componente al equipo de usuario. Una sección de generación de unidades de datos de protocolo del equipo de usuario genera, para cada asignación de recursos de enlace ascendente recibida, una unidad de datos de protocolo para su transmisión en la portadora de componente asignada respectiva. La sección de transmisión transmite cada unidad de datos de protocolo por medio de una correspondiente de las portadoras de componente de acuerdo con una de las asignaciones de recursos recibidas.

15 De acuerdo con una forma de realización adicional de la invención, cada una de las portadoras de componente tiene una prioridad, y una sección de generación de unidades de datos de protocolo del equipo de usuario multiplexa el elemento de control de MAC a la unidad de datos de protocolo que se va a transmitir en la portadora de componente de prioridad más alta para la cual se ha recibido una asignación de recursos.

20 Con respecto a otra forma de realización de la invención, cada una de las portadoras de componente tiene una prioridad, y una sección de generación de unidades de datos de protocolo del equipo de usuario multiplexa el elemento de control de MAC a la unidad de datos de protocolo que se va a transmitir en la portadora de componente que logra la tasa de error de bloque más baja, que tiene el margen de potencia más grande o que experimenta la mejor calidad de canal, y para la cual se ha recibido una asignación de recursos.

25 En una forma de realización adicional de la invención una sección de control de potencia del equipo de usuario lleva a cabo un control de potencia, y la sección de determinación determina la potencia de transmisión estimada sobre la base de la asignación de recursos para las unidades de datos de protocolo que se van a transmitir en la subtrama y el estado de una sección de control de potencia de transmisión.

30 De acuerdo con una forma de realización ventajosa de la invención, una sección de recepción del equipo de usuario recibe una señalización de control de recursos de radio a partir del eNodoB que indica dicho valor umbral como un porcentaje del máximo que se permite usar al equipo de usuario. Una sección de configuración del equipo de usuario configura el valor umbral de acuerdo con el porcentaje indicado.

35 Una forma de realización adicional de la invención proporciona un medio legible por ordenador que almacena unas instrucciones que, cuando son ejecutadas por un procesador de un equipo de usuario, dan lugar a que el equipo de usuario informe a un eNodoB acerca del estado de potencia de un equipo de usuario en un sistema de comunicación móvil usando una agregación de portadoras de componente. Esto se hace tal como sigue. Se determina si una potencia de transmisión estimada que se requiere para transmitir unidades de datos de protocolo en las portadoras de componente respectivas dentro de una subtrama superará un valor umbral en relación con una potencia de transmisión de UE máxima total del equipo de usuario. Si se supera el valor umbral, un elemento de control de MAC se multiplexa a las unidades de datos de protocolo. Las unidades de datos de protocolo incluyendo el elemento de control de MAC se transmiten al eNodoB dentro de la subtrama. El elemento de control de MAC indica al eNodoB que la potencia de transmisión que es gastada por el equipo de usuario para transmitir las unidades de datos de protocolo generadas en el enlace ascendente superó el valor umbral.

Breve descripción de las figuras

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

- 45 **La figura 1** muestra una arquitectura a modo de ejemplo de un sistema de LTE de 3GPP,
- la figura 2** muestra una visión de conjunto a modo de ejemplo de la arquitectura de E-UTRAN global de LTE,
- la figura 3 y 4** muestran una asignación localizada y una asignación distribuida, a modo de ejemplo, del ancho de banda de enlace ascendente en un esquema de FDMA de única portadora,
- 50 **la figura 5** muestra una arquitectura de portadora de SAE a modo de ejemplo,
- la figura 6** muestra el formato de una PDU de MAC a modo de ejemplo,
- la figura 7** muestra el formato de un elemento de control de MAC para notificar un margen de potencia (PH, *power headroom*) por portadora de componente,

- 5 **la figura 8** muestra un diagrama de flujo de una operación a modo de ejemplo de un equipo de usuario de acuerdo con una forma de realización de la invención en línea con el primer aspecto de la invención,
- 5 **la figura 9** muestra un diagrama de flujo de una operación a modo de ejemplo de un equipo de usuario de acuerdo con una forma de realización de la invención en línea con el primer aspecto de la invención,
- la figura 10** muestra una notificación de margen de potencia en un sistema de LTE-A, en el que se emplea la notificación de margen de potencia conocida de la edición 8 / 9 de LTE para cada portadora de componente de forma individual,
- 10 **la figura 11** muestra una notificación de margen de potencia en un sistema de LTE-A de acuerdo con una forma de realización de la invención, en el que se emplea la operación a modo de ejemplo de un equipo de usuario de acuerdo con la figura 8,
- 15 **la figura 12** muestra una notificación de margen de potencia a modo de ejemplo en un sistema de LTE-A de acuerdo con una forma de realización de la invención, en el que se emplea la operación a modo de ejemplo de un equipo de usuario de acuerdo con la figura 9,
- la figura 13** muestra otra notificación de margen de potencia a modo de ejemplo en un sistema de LTE-A de acuerdo con una forma de realización adicional de la invención, en el que se emplea la operación a modo de ejemplo de un equipo de usuario de acuerdo con la figura 9,
- 20 **la figura 14 a 16** muestran diferentes formatos de un CE de MAC de límite de potencia de acuerdo con diferentes formas de realización de la invención en línea con el primer aspecto de la invención,
- la figura 17** muestra una estructura a modo de ejemplo de una PDU de MAC de acuerdo con una forma de realización de la invención, en la que la PDU de MAC contiene tres CE de MAC de PHR y unos subencabezados correspondientes que notifican en el margen de potencia de tres portadoras de componente asignadas dentro de una única subtrama,
- 25 **la figura 18** muestran un formato de CE de MAC a modo de ejemplo ("CE de MAC de PHR múltiple") de acuerdo con una forma de realización de la invención en línea con el primer aspecto de la invención, lo que permite notificar múltiples notificaciones de margen de potencia en un único CE de MAC,
- 30 **las figuras 19 y 20** muestran la estructura de capa 2 con una agregación de portadoras activadas para el enlace descendente y el enlace ascendente de forma respectiva,
- la figura 21** muestra un diagrama de flujo de una operación a modo de ejemplo de un equipo de usuario de acuerdo con una forma de realización de la invención en línea con el primer aspecto de la invención, en la que una bandera de ajuste a escala de potencia se usa para señalar / indicar una situación de límite de potencia del equipo de usuario al eNodoB,
- 35 **la figura 22** muestra un diagrama de flujo de una operación a modo de ejemplo de un equipo de usuario de acuerdo con una forma de realización de la invención en línea con el primer aspecto de la invención, en la que una bandera o banderas de estado de potencia y una notificación o notificaciones de margen de potencia por CC se señalizan al eNodoB para indicar una situación de límite de potencia del equipo de usuario,
- 40 **la figura 23** muestra un diagrama de flujo de una operación a modo de ejemplo de un equipo de usuario de acuerdo con una forma de realización de la invención en línea con el primer aspecto de la invención, en la que una cantidad por CC de reducción de potencia y unas notificaciones de margen de potencia por CC se señalizan al eNodoB para indicar una situación de límite de potencia del equipo de usuario,
- 45 **la figura 24** muestra un diagrama de flujo de una operación a modo de ejemplo de un equipo de usuario de acuerdo con una forma de realización de la invención en línea con el primer aspecto de la invención, en la que una cantidad por CC de reducción de potencia y unas notificaciones de margen de potencia por CC se señalizan al eNodoB para indicar una situación de límite de potencia del equipo de usuario.
- 50 **la figura 25** muestra unos escenarios a modo de ejemplo para un estado de potencia de transmisión de UE y un margen de potencia correspondiente, lo que da como resultado unos márgenes de potencia positivos y negativos,

- la figura 26 muestra un escenario a modo de ejemplo en el que el equipo de usuario está limitado en cuanto a su potencia, es decir, está aplicando un ajuste a escala de potencia en las portadoras de componente CC n.º 1 y CC n.º 2 que se configuran en el enlace ascendente,
- 5 las figuras 27 y 28 muestran la definición de un margen de potencia por portadora de componente de acuerdo con diferentes formas de realización de la invención,
- la figura 29 muestra una estructura a modo de ejemplo de una PDU de MAC de acuerdo con una forma de realización de la invención, en la que se incluyen unas banderas de ajuste a escala de potencia (PS, *power scaling*) en los subencabezados de MAC de la PDU de MAC,
- 10 la figura 30 muestra una estructura a modo de ejemplo de un subencabezado de MAC para un CE de MAC de PHR por CC de acuerdo con una forma de realización de la invención, en la que el subencabezado de MAC comprende una bandera (una bandera de PS) para indicar que la notificación de margen de potencia se desencadenó por medio de a una situación de límite de potencia del equipo de usuario,
- 15 la figura 31 muestra una estructura a modo de ejemplo de una PDU de MAC de acuerdo con una forma de realización de la invención, en la que la PDU de MAC contiene tres CE de MAC de PHR y unos subencabezados correspondientes que notifican en el margen de potencia de tres portadoras de componente configuradas dentro de una única subtrama, en la que los subencabezados de MAC incluyen una bandera para indicar que la notificación de margen de potencia se desencadenó por medio de a una situación de límite de potencia del equipo de usuario,
- 20 la figura 32 muestra un CE de MAC de acuerdo con una forma de realización de la invención, en la que el CE de MAC está indicando la cantidad de reducción de potencia que se aplica a la portadora de componente de enlace ascendente correspondiente, y
- 25 la figura 33 muestra un CE de MAC de acuerdo con una forma de realización de la invención, en la que el CE de MAC está indicando el factor de ajuste a escala de potencia que se aplica a la transmisión en la portadora de componente de enlace ascendente correspondiente.

Descripción detallada de la invención

Los siguientes párrafos describirán diversas formas de realización de la invención. Solo para fines a modo de ejemplo, la mayor parte de las formas de realización se bosquejan en relación con un esquema de acceso por radio de enlace ascendente de única portadora ortogonal de acuerdo con el sistema de comunicación móvil de LTE-Avanzada (LTE-A) que se ha analizado en la sección de antecedentes de la técnica en lo que antecede. Se debería hacer notar que la invención se puede usar de forma ventajosa por ejemplo en conexión con un sistema de comunicación móvil tal como el sistema de comunicación de LTE-Avanzada que se ha descrito previamente, pero la invención no se limita a su uso en esta red de comunicación a modo de ejemplo particular.

Las explicaciones que se dan en la sección de antecedentes de la técnica en lo que antecede tienen por objeto una mejor comprensión de las formas de realización a modo de ejemplo, principalmente específicas de LTE-Avanzada, que se describen en el presente documento y no se deberían entender como limitantes de la invención a las puestas en práctica específicas descritas de procesos y funciones en la red de comunicación móvil. No obstante, las mejoras que se proponen en el presente documento se pueden aplicar fácilmente en las arquitecturas / sistemas que se describen en la sección de antecedentes de la técnica y, en algunas formas de realización de la invención, también se puede hacer uso de procedimientos convencionales y mejorados de estas arquitecturas / sistemas.

En la siguiente descripción a modo de ejemplo de los aspectos y las formas de realización de la invención, se supone que la potencia de transmisión que se encuentra disponible para las transmisiones de enlace ascendente en un equipo de usuario (potencia de transmisión de UE máxima total) no se establece por portadora de componente, sino por equipo de usuario. Como consecuencia el ajuste de potencia en una portadora de componente tiene influencia sobre el ajuste de potencia en otra portadora de componente. Si el equipo de usuario incluye solo unas notificaciones de margen de potencia de algunas de las portadoras de componente asignadas, el eNodoB no puede determinar cuánta potencia fue gastada en realidad por el equipo de usuario para transmitir la subtrama y si el equipo de usuario sigue teniendo potencia disponible para una transmisión con una potencia aumentada (es decir, hay un margen de potencia) en una de las siguientes subtramas o si ya había problemas y el equipo de usuario alcanzó su límite de potencia, por lo tanto ya estaba transmitiendo en algunas de las portadoras de componente con menos potencia de la que fue demandada por el eNodoB. Que el UE alcance su límite de potencia quiere decir que el UE está utilizando o superando la potencia de transmisión de UE máxima total que tiene disponible el mismo para una transmisión de enlace ascendente.

Tal como se ha mencionado anteriormente en el presente documento, un primer aspecto de la invención es habilitar al UE para indicar al eNodoB cuándo el mismo está potencialmente quedando limitado en cuanto a su potencia o está limitado en cuanto a su potencia, es decir, cuando se encuentra próximo a usar su potencia de transmisión de UE máxima total (a la que también se hace referencia como "potencia de transmisión máxima total del equipo de

usuario”, “potencia de transmisión de UE máxima total del equipo de usuario” o “potencia de transmisión de UE máxima total del equipo de usuario” en lo sucesivo) o las asignaciones de recursos y las órdenes de control de potencia del eNodoB requerirían el uso de una potencia de transmisión que supera la potencia de transmisión de UE máxima total del equipo de usuario.

5 Obsérvese que, en el presente documento, la transmisión de unidades de datos de protocolo (de MAC) o bloques de transporte en una subtrama quiere decir que ha habido una asignación de recursos para una respectiva de las unidades de datos de protocolo en una respectiva de las portadoras de componente que son utilizables por el equipo de usuario. Utilizable quiere decir que al equipo de usuario se le pueden asignar recursos en cada una de estas portadoras de componente - no obstante, las portadoras de componente en las que se permite transmitir datos al equipo de usuario (en forma de unidades de datos de protocolo o bloques de transporte) dentro de una subtrama dada es decidido por el programador (por ejemplo, puesto en práctica en el eNodoB) y se controla por medio de las asignaciones de recursos al equipo de usuario.

10 También se hace referencia a las portadoras de componente (de enlace ascendente) utilizables de un equipo de usuario como portadoras de componente (de enlace ascendente) configuradas en el presente documento. En la mayor parte de los ejemplos en el presente documento, se supone que las portadoras de componente configuradas están activas, es decir, portadora de componente configurada y portadora de componente activa son sinónimos. En este caso, se puede suponer que el equipo de usuario se puede programar en las portadoras de componente configuradas. Por consiguiente, el estado de potencia del equipo de usuario se notificará para las portadoras de componente para las cuales el equipo de usuario puede recibir una asignación de recursos a partir del programador, es decir, las portadoras de componente configuradas (o portadoras de componente disponibles).

15 Obsérvese que, además de un estado configurado / no configurado de una portadora de componente, puede haber opcionalmente un estado activo / inactivo adicional definido para una portadora de componente configurada. En este caso, el equipo de usuario puede recibir una asignación de recursos para una portadora de componente que está configurada y activa es decir, el equipo de usuario está supervisando en busca de asignaciones de recursos (por ejemplo, PDCCH) que asignan recursos de enlace ascendente en esas portadoras de componente de enlace ascendente configuradas respectivamente activadas. La invención también se puede aplicar en los sistemas en los que se distinguen estos dos tipos de estados, por ejemplo, en los que una portadora de componente puede tener los estados: no configurado, configurado pero inactivo (“inactivo”), y configurado y activo (“activo”). En estos sistemas, la notificación de estado de potencia para un equipo de usuario de acuerdo con uno de los diferentes aspectos que se analizan en el presente documento se puede llevar a cabo solo para las portadoras de componente activas del equipo de usuario en el enlace ascendente. Además, para estos tipos de sistemas, las portadoras de componente configuradas que se mencionan en las diferentes formas de realización a modo de ejemplo de la invención en el presente documento se corresponderían con las portadoras de componente configuradas y activas (o portadoras de componente activas en forma abreviada).

20 Además, en el presente documento, una transmisión en una “portadora de componente asignada” se refiere a una transmisión de una unidad de datos de protocolo (PDU de MAC) en una portadora de componente para la cual el equipo de usuario ha recibido una asignación de recursos (a la que también se hace referencia como concesión de programación, concesión (en forma abreviada) o PDCCH).

25 En una puesta en práctica a modo de ejemplo del primer aspecto de la invención, el equipo de usuario señala su estado de potencia de enlace ascendente por medio de un indicador al eNodoB que está indicando si el equipo de usuario aplicó un ajuste a escala de potencia a la potencia de transmisión dentro de la subtrama respectiva. El indicador se puede proporcionar para cada portadora de componente configurada o asignada de forma individual, es decir, el equipo de usuario puede incluir múltiples indicadores en las unidades de datos de protocolo para indicar para cada portadora de componente asignada, si el equipo de usuario ha reducido a escala de potencia la potencia de transmisión para la transmisión en la portadora de componente respectiva. Por ejemplo, el indicador o indicadores pueden ser transmitidos por el equipo de usuario en las unidades de datos de protocolo (PDU de MAC) de cada subtrama. El indicador o indicadores por ejemplo se pueden incluir en uno o más subencabezados de MAC de las PDU de MAC.

30 En el caso de que el indicador de estado de potencia se deba proporcionar por portadora de componente asignada, los indicadores respectivos por ejemplo se pueden multiplexar a las unidades de datos de protocolo (PDU de MAC) que son transmitidas por el equipo de usuario en las portadoras de componente asignadas respectivas en el enlace ascendente, de tal modo que cada uno de los indicadores se puede asociar con una portadora de componente configurada respectiva. Por ejemplo, esto se puede lograr al asegurar que el indicador de estado de potencia para una portadora de componente dada se multiplexa a una unidad de datos de protocolo (PDU de MAC) que se transmite en la portadora de componente dada.

35 Si la una indicación del estado de potencia del equipo de usuario se debiera hacer antes de que el equipo de usuario alcance en realidad su potencia de transmisión de UE máxima total (indicación proactiva del estado de potencia de enlace ascendente), uno o más valores umbral (por ejemplo, un determinado porcentaje o porcentajes) se podrían definir en relación con la potencia de transmisión de UE máxima total que, cuando se supera, desencadena o desencadenan que el equipo de usuario establezca el indicador de estado de potencia. Cuando se establece, el

indicador indicaría al eNodoB que el equipo de usuario se encuentra próximo a usar la potencia de transmisión de UE máxima total (es decir, superó el valor umbral).

5 Opcionalmente, el indicador de estado de potencia y el valor o valores umbral se podrían definir por portadora de componente configurada o asignada de forma individual en relación con la potencia de transporte máxima de la portadora de componente configurada respectiva. Por lo tanto, el indicador se puede señalar para cada portadora de componente de enlace ascendente configurada y asignada de forma individual y por ejemplo se puede incluir en uno o más subencabezados de MAC de las PDU de MAC.

10 En otra segunda puesta en práctica a modo de ejemplo del primer aspecto de la invención, el equipo de usuario está transmitiendo una notificación de margen de potencia para cada portadora de componente de enlace ascendente configurada (a la que también se hace referencia como notificación o notificaciones de margen de potencia por portadora de componente), si el equipo de usuario ha de aplicar un ajuste a escala de potencia a una transmisión de las PDU de MAC en una subtrama dada a la vista de las asignaciones de recursos y las órdenes de control de potencia. La notificación o notificaciones de margen de potencia por portadora de componente (por CC) se transmiten junto con un indicador de que la notificación o notificaciones de margen de potencia por CC se ha o han desencadenado por que la potencia de transmisión estimada que se requiere para transmitir las unidades de datos de protocolo dentro de la subtrama dada supere la potencia de transmisión máxima total del equipo de usuario. Como alternativa, el indicador también se podría interpretar como una indicación de que se ha aplicado un ajuste a escala de potencia a las transmisiones dentro de la subtrama dada por el equipo de usuario debido a este evento.

20 Por lo tanto, en cuando la potencia de transmisión que se requiere para una transmisión de las unidades de datos de protocolo en unas portadoras de componente de enlace ascendente dentro de la subtrama respectiva superará una potencia de transmisión máxima total del equipo de usuario, una notificación de margen de potencia por CC aperiódica para toda portadora o portadoras de componente de enlace ascendente configuradas es desencadenada y enviada por el equipo de usuario. La indicación del desencadenamiento para la notificación o notificaciones de margen de potencia por CC que por ejemplo se puede incluir en un subencabezado de MAC de una PDU de MAC que porta una notificación de margen de potencia por CC en un elemento de control de MAC.

30 Esta segunda puesta en práctica a modo de ejemplo también se puede adaptar para notificar de forma proactiva el estado de potencia del equipo de usuario. De forma similar al ejemplo que se ha descrito en lo que antecede, uno o más valores umbral se pueden definir en relación con la potencia de transmisión de UE máxima total que, cuando se supera, desencadena que el equipo de usuario envíe una notificación de margen de potencia para cada portadora de componente de enlace ascendente configurada. Si no hay concesión alguna disponible para una portadora de componente, el equipo de usuario por ejemplo puede calcular el margen de potencia a partir de esta portadora de componente sobre la base de una cierta concesión de enlace ascendente previamente definida o, de forma respectiva, una potencia de PUSCH previamente definida.

35 Además, una notificación de margen de potencia para cada portadora de componente de enlace ascendente configurada se puede enviar opcionalmente junto con una indicación de que la notificación de margen de potencia respectiva se desencadenó por superar la potencia de transmisión máxima total del equipo de usuario o un umbral en relación con la misma. Por ejemplo, tal indicación podría estar comprendida en un subencabezado de MAC de un elemento de control de MAC que transporta una notificación de margen de potencia para una portadora de componente de enlace ascendente configurada del equipo de usuario.

40 De acuerdo con una tercera puesta en práctica a modo de ejemplo adicional del primer aspecto de la invención, el equipo de usuario notifica al eNodoB la cantidad de reducción de potencia que se aplica a la potencia de transmisión máxima de una portadora de componente. Como alternativa, en lugar de la reducción de potencia para una portadora de componente, la potencia de transmisión máxima eficaz de la portadora de componente de enlace ascendente configurada después de aplicar la reducción de potencia específica de portadora de componente se podría señalar al eNodoB. La cantidad de reducción de potencia por ejemplo se puede señalar por portadora de componente de enlace ascendente configurada del equipo de usuario. Si la reducción de potencia para una portadora de componente dada está considerando las transmisiones en otras portadoras de componente configuradas, la reducción de potencia que se aplica a las portadoras de componente podría volverse igual (pero no necesariamente). En un ejemplo adicional, la cantidad de reducción de potencia se puede señalar junto con una notificación de margen de potencia para cada portadora de componente de enlace ascendente configurada al eNodoB.

La información acerca del estado de potencia del equipo de usuario se puede señalar en forma de uno o más elementos de control de MAC que están comprendidos dentro de la o las PDU de MAC de una subtrama dada.

55 En otra cuarta puesta en práctica a modo de ejemplo de la invención, se define un nuevo elemento de control de MAC para habilitar al UE para indicar al eNodoB cuándo el mismo está potencialmente quedando limitado en cuanto a su potencia o está limitado en cuanto a su potencia. Este nuevo CE de MAC es insertado por el equipo de usuario en una o más unidades de datos de protocolo que se transmiten en las portadoras de componente (asignadas) respectivas dentro de una única subtrama que está dotando al eNodoB con una indicación correspondiente.

El elemento de control de MAC se puede insertar en las unidades de datos de protocolo de una subtrama. Por ejemplo, el elemento de control de MAC se puede insertar en una de las unidades de datos de protocolo que son transmitidas por el equipo de usuario dentro de la subtrama o la totalidad de las unidades de datos de protocolo que son transmitidas por el equipo de usuario dentro de la subtrama.

- 5 Además, además de la indicación de que el equipo de usuario se está aproximando a su potencia de transmisión de UE máxima total, el elemento de control que se inserta en las unidades de datos de protocolo puede indicar adicionalmente un margen de potencia por equipo de usuario (por UE). Por ejemplo, el margen de potencia por equipo de usuario indica la potencia de transmisión que no es usada por el equipo de usuario cuando se transmiten las unidades de datos de protocolo (incluyendo el elemento de control de MAC) dentro de la subtrama en relación con la potencia de transmisión máxima total del equipo de usuario. A diferencia del margen de potencia que se indica en la edición 8 / 9 de LTE, el margen de potencia que se indica en el elemento de control de MAC está considerando las transmisiones (unidades de datos de protocolo) en todas las portadoras de componente asignadas o configuradas (es decir, más de una portadora de componente) dentro de la subtrama y, por lo tanto, no es un margen de potencia por portadora de componente, sino un margen de potencia por equipo de usuario.
- 10
- 15 En una forma de realización a modo de ejemplo de la invención, este margen de potencia por equipo de usuario no solo está teniendo en cuenta la potencia de transmisión que se requiere para la transmisión de unidades de datos de protocolo por medio de canales de datos de enlace ascendente físicos, sino también la potencia de transmisión que se requiere para la transmisión de señalización de control por medio de canales de control físicos. Por lo tanto, en una puesta en práctica más detallada se está representando la potencia de transmisión que se requiere para transmitir datos de usuario y datos de control (unidades de datos de protocolo) en las portadoras de componente asignadas o configuradas por medio del canal compartido de enlace ascendente físico (PUSCH, *physical uplink shared channel*) y el canal de control de enlace ascendente físico (PUCCH, *physical uplink control channel*).
- 20

- 25 En una quinta puesta en práctica a modo de ejemplo del primer aspecto de la invención, el equipo de usuario envía unas notificaciones de margen de potencia por CC para todas las portadoras de componente asignadas dentro de una única subtrama cuando el equipo de usuario está potencialmente quedando limitado en cuanto a su potencia o está limitado en cuanto a su potencia, es decir, cuando se encuentra próximo a usar su potencia de transmisión de UE máxima total o las asignaciones de recursos y las órdenes de control de potencia del eNodoB requerirían el uso de una potencia de transmisión que supera la potencia de transmisión de UE máxima total del equipo de usuario. Por lo tanto, que la potencia de transmisión estimada supere un valor umbral dado o la potencia de transmisión de UE máxima total, según sea aplicable, desencadena la generación y la transmisión de las notificaciones de margen de potencia por CC dentro de la subtrama para la cual tuvo lugar uno de o ambos eventos.
- 30

- Obsérvese que, de acuerdo con una forma de realización a modo de ejemplo de la invención, las notificaciones de margen de potencia por CC para todas las portadoras de componente asignadas o configuradas se transmiten en las portadoras de componente asignadas o configuradas respectivas a las que se refieren las mismas. En caso de notificar en todas las portadoras de componente configuradas, y en el caso de que no se concedan recursos en todas las portadoras de componente configuradas para la subtrama dada, el equipo de usuario puede suponer una asignación de recursos previamente definida o, como alternativa, una potencia de PUSCH previamente definida en aquellas portadoras de componente configuradas para las cuales no es aplicable asignación de recursos de enlace ascendente alguna en la subtrama dada.
- 35

- 40 En la quinta puesta en práctica a modo de ejemplo, un temporizador de prohibición potencialmente empleado que controla la notificación de margen de potencia en una respectiva de la portadora de componente asignada se puede sobrescribir / ignorar, de tal modo que las notificaciones de margen de potencia por CC se pueden enviar en la presente subtrama.

- 45 En una forma de realización a modo de ejemplo alternativa de la invención, las notificaciones de margen de potencia por CC también se pueden transmitir dentro de una única unidad de datos de protocolo en una de las portadoras de componente asignadas. En el presente ejemplo, la portadora de componente respectiva a la que se refiere una notificación de margen de potencia por CC respectiva por ejemplo se puede identificar mediante la inclusión de un identificador de portadora de componente en las notificaciones de margen de potencia. Como alternativa, puede haber un nuevo elemento de control de MAC definido ("notificación de margen de potencia de todas las portadoras de componente") que está indicando los márgenes de potencia de las portadoras de componente asignadas o configuradas ordenadas de acuerdo con la prioridad de las portadoras de componente a las que se refieren las mismas.
- 50

- Además, obsérvese que, en el primer y el segundo aspecto de la invención, la decisión de si el equipo de usuario se está aproximando a (o se encuentra en) una situación de límite de potencia se puede determinar de diferentes formas. En una puesta en práctica a modo de ejemplo, el equipo de usuario determina (o, más correctamente, estima) la potencia de transmisión que tendrá que gastar el mismo para transmitir las unidades de datos de protocolo en las portadoras de componente de enlace ascendente dentro de una subtrama y compara la potencia de transmisión determinada (o estimada) con un umbral. Este umbral por ejemplo puede ser un determinado porcentaje (por ejemplo, en el intervalo de un 80 % a un 100 %) de la potencia de transmisión de UE máxima total. La potencia de transmisión que se requiere para transmitir las unidades de datos de protocolo en las portadoras de componente
- 55
- 60

de enlace ascendente por ejemplo se puede determinar usando una fórmula de control de potencia de transmisión. En otras puestas en práctica a modo de ejemplo, el equipo de usuario determina (o, más correctamente, estima) la potencia de transmisión que tendrá que gastar el mismo para transmitir las unidades de datos de protocolo en las portadoras de componente asignadas dentro de una subtrama para un número dado de subtramas sucesivas (es decir, un periodo de tiempo de supervisión) y decide, sobre la base de unos criterios que se bosquejan adicionalmente en lo sucesivo, si incluir un elemento de control de MAC para indicar una situación de límite de potencia en las unidades de datos de protocolo de la última subtrama de dicho periodo de tiempo de supervisión.

Con independencia de cuál de las diferentes puestas en práctica del primer aspecto de la invención se usa, la información de estado de potencia señalizada habilita al eNodeB para obtener el estado de potencia para cada equipo de usuario que está señalizando su información de estado de potencia. El programador del eNodeB por ejemplo puede tener en cuenta el estado de potencia de los equipos de usuario respectivos en sus asignaciones de recursos dinámicas y / o semi-persistentes a los equipos de usuario respectivos.

Otro segundo aspecto de la invención es sugerir una definición para un margen de potencia por CC cuando se notifica el margen de potencia en un sistema de comunicación móvil usando una agregación de portadoras en el enlace ascendente. De acuerdo con una definición a modo de ejemplo, un margen de potencia por CC de una portadora de componente de enlace ascendente configurada se define como la diferencia entre la potencia de transmisión máxima de la portadora de componente de enlace ascendente configurada y la potencia de transmisión de enlace ascendente usada. En un sistema de 3GPP, también se puede hacer referencia a la potencia de transmisión de enlace ascendente usada como la potencia de PUSCH transmitida. Como alternativa, la potencia de transmisión de enlace ascendente usada puede incluir adicionalmente la potencia de PUCCH transmitida.

Debido a que la potencia de transmisión de enlace ascendente usada está considerando un ajuste a escala de potencia (si se aplica), esta puede ser diferente de la potencia de transmisión estimada que es la potencia de transmisión que se requiere para una transmisión de las PDU de MAC en unas portadoras de componente de enlace ascendente dentro de la subtrama respectiva como resultado de la fórmula de control de potencia. Por lo tanto, se puede considerar que la potencia de transmisión usada es igual al producto del factor de ajuste a escala de potencia y la potencia de transmisión estimada. En el caso de que no se aplique ajuste a escala de potencia alguno (factor de ajuste a escala = 1) los dos valores de la potencia de transmisión son iguales.

Como alternativa, un margen de potencia de una portadora de componente de enlace ascendente configurada se puede definir como la diferencia entre la potencia de transmisión máxima de la portadora de componente de enlace ascendente configurada y una potencia de transmisión estimada. En un sistema de 3GPP, también se puede hacer referencia a la potencia de transmisión de enlace ascendente estimada como la potencia de PUSCH estimada. La potencia de transmisión de enlace ascendente estimada, de forma respectiva, la potencia de PUSCH estimada por ejemplo se calcula por medio de la fórmula de control de potencia para la portadora de componente de enlace ascendente respectiva.

Además, la potencia de transmisión máxima de la portadora de componente de enlace ascendente (configurada) puede tener en cuenta una reducción de potencia debido a las transmisiones simultáneas en otra u otras portadoras de componente de enlace ascendente en la subtrama. Por lo tanto, la potencia de transmisión máxima de una portadora de componente de enlace ascendente configurada puede no ser la misma que la potencia de transmisión de UE máxima total.

El margen de potencia por CC de acuerdo con el segundo aspecto de la invención se puede proporcionar en forma de una notificación de margen de potencia por CC. La notificación de margen de potencia por CC por ejemplo se señala en forma de un elemento de control de MAC dentro de una PDU de MAC. Tal como se ha mencionado en lo que antecede, el elemento de control de MAC que porta la notificación de margen de potencia por CC se puede asociar con un subencabezado de MAC en una sección de encabezado de la PDU de MAC que se puede emplear adicionalmente para indicar que el margen de potencia por CC se desencadena por medio de una situación de limitación de potencia de que el equipo de usuario requiera un ajuste a escala de potencia.

En lo sucesivo se bosquejarán diferentes formas de realización de la invención. Se supone en estas formas de realización que el equipo de usuario se opera en un sistema de comunicación móvil que es usando una agregación de portadoras y que el equipo de usuario se configura con una pluralidad de portadoras de componente, es decir, es capaz de transmitir datos de enlace ascendente en la pluralidad de portadoras de componente de forma simultánea dentro de subtramas individuales. Se supone que las transmisiones de enlace ascendente se programan por medio de un programador por medio de asignaciones de recursos. Los recursos se pueden asignar de una forma semi-persistente o por subtrama / por TTI. El programador por ejemplo se pone en práctica en el eNodeB.

Además, se debería hacer notar que el programador puede asignar una o más (hasta la totalidad) de la pluralidad de portadoras de componente configuradas para una subtrama dada y el equipo de usuario está transmitiendo un bloque de transporte / unidad de datos de protocolo respectiva en cada portadora de componente asignada, es decir, cada portadora de componente para la cual se ha recibido una asignación de recursos. Obsérvese que, cuando se usa MIMO en el enlace ascendente, dos o más unidades de datos de protocolo se pueden transmitir en una subtrama en una portadora de componente, el número real de unidades de datos de protocolo por portadora de

componente dependiendo del esquema de MIMO. Usando la terminología de 3GPP, también se puede hacer referencia a las asignaciones de recursos como concesiones o PDCCH. Además, puede haber un lazo de potencia de transmisión respectivo que se pone en práctica por portadora de componente configurada para el equipo de usuario, es decir, la función de control de potencia de transmisión que se pone en práctica en el equipo de usuario y el eNodeB llevan a cabo un control de potencia de transmisión para cada portadora de componente de forma individual.

Además, en una forma de realización a modo de ejemplo adicional de la invención, se puede usar un procedimiento de priorización de canal lógico conjunto para la generación de las unidades de datos de protocolo para su transmisión dentro de una subtrama. Diferentes puestas en práctica a modo de ejemplo de tal procedimiento de priorización de canal lógico conjunto se describen en la solicitud de patente europea en tramitación junto con la presente con n.º 09005727.4 y la solicitud de patente europea en tramitación junto con la presente con n.º 09013642.5. Se hará referencia a las dos solicitudes de patente europea como solicitud 1 y solicitud 2 en lo sucesivo cuando sea apropiado.

CE de MAC de margen de potencia por UE

La figura 8 muestra un diagrama de flujo de una operación a modo de ejemplo de un equipo de usuario de acuerdo con una forma de realización de la invención en línea con el primer aspecto de la invención. El equipo de usuario recibe 801 una pluralidad de asignaciones de recursos para una subtrama dada y estima 802 la potencia de transmisión (ETP, *estimated transmit power*) que se requiere para las transmisiones de enlace ascendente en las portadoras de componente asignadas de acuerdo con las asignaciones de recursos recibidas. En una forma de realización a modo de ejemplo de la invención, la potencia de transmisión es estimada por el equipo de usuario sobre la base de las asignaciones de recursos recibidas para las unidades de datos de protocolo que se van a transmitir en la subtrama y el estado de una función de control de potencia de transmisión del equipo de usuario. Por ejemplo, el equipo de usuario puede estimar la potencia de transmisión que se necesita para cada uno de los bloques de transporte dependiendo de en qué portadora de componente están ubicados los mismos y sobre la base del estado de la función de potencia de transmisión de la portadora de componente. La potencia de transmisión estimada es entonces la suma de la potencia de transmisión individual para todos los bloques de transporte asignados.

A continuación, el equipo de usuario determina 803, si la potencia de transmisión estimada (ETP, *estimated transmit power*) está superando un determinado valor umbral. En el ejemplo de la figura 8, este umbral se define como un determinado porcentaje P de la potencia de transmisión de UE máxima total (MATP, *total maximum UE transmit power*) del equipo de usuario. Obsérvese que esto sería equivalente a determinar si la relación de la potencia de transmisión estimada (ETP) y la potencia de transmisión de UE máxima total (MATP), está superando un valor

umbral, que sería equivalente al porcentaje P, es decir, $\frac{ETP}{MATP} > P$.

Si no se supera el valor umbral, el equipo de usuario no se encuentra en una situación de límite de potencia, de tal modo que no es necesario que notificación alguna acerca del mismo se señale al eNodeB. Por consiguiente, a continuación el equipo de usuario generará 804 las unidades de datos de protocolo para su transmisión en las portadoras de componente asignadas respectivas y transmite 805 las unidades de datos de protocolo (a las que se hace referencia como bloques de transporte en la capa física) al eNodeB por medio de las portadoras de componente asignadas. Obsérvese que la generación de las unidades de datos de protocolo por ejemplo se puede poner en práctica tal como se describe en la solicitud 1 o la solicitud 2.

Si se supera el valor umbral, el equipo de usuario determina 806 el margen de potencia por equipo de usuario para todas las transmisiones de acuerdo con las asignaciones de recursos. Tal como se ha bosquejado en lo que antecede, este margen de potencia por usuario se determina para todas las unidades de datos de protocolo que se van a transmitir dentro de la subtrama dada en las portadoras de componente asignadas. El margen de potencia por equipo de usuario indica esencialmente cuánta potencia de transmisión además de la que se va a usar para transmitir las unidades de datos de protocolo en la subtrama (potencia de transmisión estimada) sigue quedando en relación con la potencia de transmisión de UE máxima total del equipo de usuario. Simplificado, el margen de potencia (PH, *power headroom*) indica la diferencia entre la potencia de transmisión de UE máxima total del equipo de usuario y la potencia de transmisión estimada, es decir, $PH = MATP - ETP$.

El equipo de usuario genera adicionalmente 807 un elemento de control de MAC que está comprendiendo el margen de potencia por equipo de usuario ("CE de MAC de margen de potencia por UE") determinado y proporciona el CE de MAC de margen de potencia por UE a una sección de generación de datos de protocolo que genera 808 las unidades de datos de protocolo para su transmisión de acuerdo con las asignaciones de recursos, de forma similar a la etapa 804. No obstante, en la etapa 808 el CE de MAC de margen de potencia por UE se incluye en este proceso de generación, de tal modo que, dependiendo de la puesta en práctica, el CE de MAC de margen de potencia por UE se incluye en una de las unidades de datos de protocolo o la totalidad de las unidades de datos de protocolo. Subsiguientemente, las unidades de datos de protocolo generadas incluyendo el CE de MAC de margen de potencia por UE se transmiten 809 al eNodeB en los recursos asignados.

La figura 11 muestra la notificación de margen de potencia en un sistema de LTE-A de acuerdo con una forma de realización de la invención, en el que se emplea la operación a modo de ejemplo de un equipo de usuario de acuerdo con la figura 8. En la mayor parte de las situaciones, la operación se corresponde con la operación del equipo de usuario tal como se ha bosquejado con respecto a la figura 10 previamente en el presente documento. En 5 contraposición a la figura 10, se supone que, en T_6 , el equipo de usuario ha recibido tres asignaciones de recursos para la totalidad de las tres portadoras de componente para la subtrama en T_6 , no obstante la función de control de potencia de transmisión tiene, está dando, un factor de ganancia para la transmisión tan alto que dada la asignación de recursos, la potencia de transmisión estimada supera la potencia de transmisión de UE máxima total (véase la etapa 803 de la figura 8). Por consiguiente, en este caso el equipo de usuario determina el margen de potencia por UE y multiplexa el CE de MAC de margen de potencia por UE (al que también se hace referencia como CE de MAC de límite de potencia en lo sucesivo) a la unidad de datos de protocolo que se transmite en la portadora de componente CoCa1. El programador en el eNodoB que recibe la transmisión de enlace ascendente puede detectar ahora, sobre la base del CE de MAC de margen de potencia por UE que el equipo de usuario se encuentra en una 10 situación de límite de potencia y puede adaptar la programación y / o el control de potencia adicionales del equipo de usuario en consecuencia.

Tal como es evidente a partir de lo que antecede, básicamente un CE de MAC de margen de potencia por UE puede tener dos funciones. La primera función, y la más importante, es que la mera recepción del CE de MAC de margen de potencia por UE por el eNodoB ya informa al eNodoB de que existía un problema con la potencia de transmisión para las transmisiones de enlace ascendente en la subtrama. En segundo lugar, el CE de MAC de margen de potencia por UE también puede estar notificando el margen de potencia por equipo de usuario del equipo de usuario, dando de este modo una información más detallada acerca de la situación de potencia exacta en el equipo de usuario al eNodoB. 20

En una puesta en práctica a modo de ejemplo alternativa de acuerdo con otra forma de realización de la invención, el equipo de usuario no está incluyendo inmediatamente un CE de MAC de límite de potencia en las unidades de datos de protocolo que se transmiten en el enlace ascendente si la potencia de transmisión estimada supera el umbral. Por ejemplo, cuando se supera el umbral, en lugar de transmitir el CE de MAC de límite de potencia de forma inmediata, el equipo de usuario comienza a supervisar la potencia de transmisión estimada durante un determinado número de subtramas, es decir, durante un periodo dado de supervisión de subtramas. Habiendo supervisado el número dado de subtramas, el equipo de usuario decide si un CE de MAC de límite de potencia se va a incluir, o no, en las unidades de datos de protocolo que se van a transmitir en la siguiente subtrama siguiendo determinados criterios. Obsérvese que el CE de MAC de límite de potencia por ejemplo se puede transmitir en la última subtrama que se transmite en el periodo de supervisión, si el equipo de usuario decide insertar el mismo. 25 30

Estos criterios pueden ser, por ejemplo:

- la potencia de transmisión estimada de las transmisiones de enlace ascendente en cada una de las subtramas dentro del periodo de supervisión se encontraba por encima de un valor umbral. 35
- la potencia de transmisión estimada de la transmisión de enlace ascendente en algunas de las subtramas dentro del periodo de supervisión se encontraba por encima del umbral. El número de subtramas que se requiere para enviar el CE de MAC de límite de potencia al final del periodo de supervisión es configurado por el eNodoB por UE a través de señalización de RRC o, como alternativa, se puede establecer a un valor fijo que se define en las especificaciones. 40
- la potencia de transmisión estimada promedio de las transmisiones de enlace ascendente en las subtramas dentro del periodo de supervisión se encontraba por encima del umbral.

La supervisión de la potencia de transmisión estimada para un periodo de tiempo dado, es decir, un determinado número para las subtramas, tiene la ventaja de que el CE de MAC de límite de potencia no se notifica inmediatamente cuando se cruza el umbral, lo que puede evitar una notificación innecesaria de una situación de límite de potencia al eNodoB si se supera el umbral solo de forma esporádica. No obstante, debido a que el CE de MAC de límite de potencia está indicando una situación de emergencia al eNodoB y unas contramedidas deberían ser tomadas por el eNodoB después de recibir el CE de MAC de límite de potencia, el inconveniente de introducir un periodo de supervisión es el retardo en la transmisión del CE de MAC de límite de potencia, una vez que la potencia de transmisión del equipo de usuario ha cruzado el umbral. 45 50

En una forma de realización alternativa adicional de la invención, el equipo de usuario se configura con dos umbrales. Asimismo, el segundo umbral "adicional" por ejemplo puede ser establecido por el eNodoB por medio de señalización de RRC. Este segundo umbral por ejemplo también puede ser una fracción de la potencia de transmisión de UE máxima total del equipo de usuario, pero es preferiblemente más alto que el primer umbral. De forma similar a las formas de realización a modo de ejemplo que se han analizado en lo que antecede, el equipo de usuario determina de nuevo para cada subtrama si la potencia de transmisión estimada de una subtrama supera el primer umbral. Si este es el caso, es decir, el primer umbral se supera para una subtrama, el equipo de usuario comienza a supervisar la potencia de transmisión estimada tal como se describe en los párrafos en lo que antecede, por ejemplo durante un periodo de supervisión dado. Si el segundo umbral es superado por la potencia de 55

transmisión estimada de una subtrama dentro del periodo de supervisión, el equipo de usuario transmite un CE de MAC de límite de potencia dentro de aquella subtrama para la cual la potencia de transmisión estimada superó el segundo umbral que se cruzó.

- 5 En otra forma de realización alternativa de la invención, el equipo de usuario está multiplexando el CE de MAC de límite de potencia a cada una de las unidades de datos de protocolo que se envían en la subtrama por medio de las portadoras de componente asignadas. Esto puede ser ventajoso debido a que se aumenta la fiabilidad de la recepción del elemento de control por el eNodoB.

Formato de notificación del CE de MAC de margen de potencia por UE

- 10 El formato para el CE de MAC de margen de potencia por UE que indica una limitación de potencia potencial del equipo de usuario ("CE de MAC de límite de potencia") se podría basar en el formato de CE de MAC de la edición 8 / 9 de LTE que se usa para la notificación de margen de potencia tal como se ha ilustrado en la figura 7. El CE de MAC de margen de potencia consiste en 8 bits, es decir, un octeto. Los primeros dos bits son bits reservados, y los 6 bits restantes indican el margen de potencia. En una forma de realización de la invención, el formato se mantiene, pero el campo de PH de 6 bits del formato de CE de MAC que se muestra en la figura 7 incluye el un margen de potencia por UE que es determinado por el equipo de usuario (véase por ejemplo la etapa 806 de la figura 8).
15 Opcionalmente, en una forma de realización de la invención, el margen de potencia por UE no solo tiene en cuenta las transmisiones en el PUSCH sino también las transmisiones en el PUCCH al tiempo que se calcula el margen de potencia por UE.

- 20 Con el fin de distinguir el CE de MAC de límite de potencia con respecto a un CE de MAC de margen de potencia de la edición 8 / 9 de LTE, uno de los dos bits reservados (R) del octeto que se muestra en la figura 8, por ejemplo el bit más alto en el octeto, se usa para diferenciar los CE de MAC de margen de potencia y los CE de MAC de límite de potencia (es decir, los CE de margen de potencia por UE). Por ejemplo, si el bit más alto en el octeto se establece a 0, el CE de MAC representa una notificación de margen de potencia para esa portadora de componente, es decir, una notificación de CE de MAC por CC un margen de potencia para la portadora de componente dada - el CE de MAC por CC que notifica en el margen de potencia es, por lo tanto, un elemento de control de MAC específico de portadora de componente. Si el bit se establece a 1, el margen de potencia notificado es el margen de potencia por UE del CE de MAC de límite de potencia. Obsérvese que el CE de MAC de límite de potencia (es decir, se puede considerar que el CE de margen de potencia por UE es específico de UE, de tal modo que el CE de MAC de límite de potencia se puede considerar un elemento de control de MAC específico de UE.

- 30 Obsérvese que la diferenciación de los elementos de control de MAC específico de UE y específico de portadora de componente puede conducir a un tratamiento diferente y a la multiplexación del elemento de control de MAC al bloque de transporte (unidades de datos de protocolo de MAC) tal como se explica en la solicitud 2.

- 35 Cuando el equipo de usuario está enviando un CE de MAC de límite de potencia, puede ser de un valor adicional para el eNodoB la adquisición de un conocimiento acerca de para qué portadoras de componente el equipo de usuario recibió en la práctica unas asignaciones de recursos (concesiones de enlace ascendente) con el fin de saber, si el equipo de usuario obedeció todas las concesiones de enlace ascendente de forma correcta, o si este pasó por alto una o más de las concesiones de enlace ascendente. Esta información permite que el eNodoB determine, si la situación de límite de potencia ya existe para una situación en la que el equipo de usuario ni siquiera transmitió en la totalidad de los recursos concedidos debido a haber pasado por alto una o más de las concesiones de enlace ascendente.
40

Por lo tanto, en otra forma de realización de la invención, se propone el otro formato a modo de ejemplo para el CE de MAC de límite de potencia que está incluyendo información acerca de las portadoras de componente para las cuales se han recibido concesiones de enlace ascendente, de forma respectiva, en el número de concesiones de enlace ascendente recibidas.

- 45 Un formato a modo de ejemplo del CE de MAC de límite de potencia de acuerdo con otra forma de realización de la invención se muestra en la figura 14. Este CE de MAC de límite de potencia consiste en dos campos, un primer campo de CCI (campo de *Component Carrier Indicator*, indicador de portadora de componente) y un segundo campo de PH (*Power Headroom*, margen de potencia) para indicar el margen de potencia por UE. El CE de MAC de límite de potencia tiene de nuevo una longitud de un octeto.

- 50 Suponiendo que hay cinco portadoras de componente configuradas para el equipo de usuario, son posibles un total de $2^5 = 32$ combinaciones de asignaciones de recursos. Como el equipo de usuario ya indica mediante el envío de datos (incluyendo el CE de MAC de límite de potencia) por medio de una de las cinco portadoras de componente, es evidente que el equipo de usuario ha recibido una concesión de enlace ascendente para esta portadora de componente. Por lo tanto, quedan $2^4 = 16$ combinaciones de asignaciones de recursos para las otras cuatro portadoras de componente configuradas, es decir, el campo de CCI consistiría en 4 bits para señalar todas las combinaciones (por ejemplo al indicar por medio de un mapa de bits, para cuál de las otras cuatro portadoras de componente se han recibido concesiones de enlace ascendente adicionales). Por lo tanto, los cuatro bits restantes del formato de CE de MAC se dejan para el campo de PH, lo que permite diferenciar 16 valores de margen de
55

potencia por UE. Las portadoras de componente que no sean aquella en la que se señala el CE de MAC, para la cual se ha recibido una concesión de enlace ascendente, se pueden indicar, por ejemplo, por medio de un mapa de bits. La puesta en correspondencia real de qué bit en el mapa de bits representa qué portadora de componente por ejemplo podría ser configurada por el eNodoB a través de señalización de RRC o puede ser determinada por un orden de prioridad de las portadoras de componente, tal como se bosqueja, por ejemplo, en la solicitud 1 y la solicitud 2.

En otra forma de realización, se sugiere otro formato de CE de MAC que se muestra en la figura 15. El campo de CCI tiene un tamaño de solo 3 bits, mientras que el campo de PH tiene 5 bits. Este formato se puede considerar una modificación del formato de CE de MAC de notificación de margen de potencia de la edición 8 / 9 de LTE en la figura 7 debido a que los dos bits reservados (R) y un bit adicional a partir del campo de PH se vuelven a usar como el campo de CCI. Por supuesto, esto implica reducir la granularidad de los valores de margen de potencia por UE que se pueden notificar de 6 a 5 bits.

Tal como se destaca en la figura 16 y tal como se mostrará en la tabla 1 en lo sucesivo, el formato de CE de MAC para notificar un margen de potencia por UE tal como se muestra en la figura 15 permite indicar el número de portadoras de componente para las cuales el equipo de usuario recibió una asignación de enlace ascendente al tiempo que también se indica si el elemento de control de MAC es un CE de MAC de margen de potencia de la edición 8 / 9 de LTE o un CE de MAC de margen de potencia por UE, sin requerir la asignación de un nuevo identificador de canal lógico (LCID, *logical channel identifier*) al nuevo CE de MAC de margen de potencia por UE pero siendo capaz de usar también el mismo LCID para un CE de MAC de margen de potencia de la edición 8 / 9 de LTE y un CE de MAC de margen de potencia por UE. El eNodoB tendría que evaluar los primeros dos bits del elemento de control para determinar si un CE de MAC de margen de potencia de la edición 8 / 9 de LTE o un CE de MAC de margen de potencia por UE.

Tabla 1

Campo de CCI			Significado
1 ^{er} bit R	2 ^o bit R	1 ^{er} bit del campo de PH	
0	0	Bit más alto del campo de PH de 6 bits	Notificación de margen de potencia de la edición 8 / 9 de LTE
0	1	0	Notificación de margen de potencia por UE; el UE ha recibido 1 concesión de enlace ascendente
1	0	0	Notificación de margen de potencia por UE; el UE ha recibido 2 concesiones de enlace ascendente
1	0	1	Notificación de margen de potencia por UE; el UE ha recibido 3 concesiones de enlace ascendente
1	1	0	Notificación de margen de potencia por UE; el UE ha recibido 4 concesiones de enlace ascendente
1	1	1	Notificación de margen de potencia por UE; el UE ha recibido 5 concesiones de enlace ascendente

Si los primeros dos bits se establecen ambos a 0, es decir, los bits reservados tal como se muestra en la figura 7 se establecen a cero, el elemento de control de MAC es una notificación de margen de potencia de la edición 8 / 9 de LTE tal como se muestra en la figura 7.

En cualquier otro caso, el elemento de control de MAC es un CE de MAC de margen de potencia por UE. Si los primeros dos bits no se establecen a 0, también es necesario que el eNodoB evalúe el tercer bit dentro del octeto, debido a que los primeros tres bits dan el número de concesiones de enlace ascendente que son recibidas por el equipo de usuario. Los cinco bits restantes (véase la figura 15) - el campo de PH - indican el valor de margen de potencia por UE.

Cuando el equipo de usuario tiene una situación de límite de potencia, una forma en la que el eNodoB puede reaccionar a la notificación de la misma por medio de un CE de MAC de límite de potencia es reducir el número de las portadoras de componente en las que el equipo de usuario se programa de forma simultánea. Sería ventajoso si el equipo de usuario ayuda al eNodoB a elegir en cuál de las portadoras de componente se deberían programar recursos al UE. Por consiguiente, en otra forma de realización de la invención, el CE de MAC de límite de potencia se puede usar no solo para señalar el margen de potencia por UE en un campo de PH, sino también para sugerir al eNodoB para qué portadoras de componente el eNodoB debería enviar adicionalmente unas asignaciones de recursos. En un ejemplo, esto se pone en práctica de una forma similar a como se ha descrito previamente en el presente documento con respecto a la figura 14. En lugar de indicar las portadoras de componente para las cuales se ha recibido una concesión de enlace ascendente, los cuatro bits del campo de CCI se pueden usar para señalar un mapa de bits que indica en cuál de las portadoras de componente (que no sea aquella en la que se recibe el CE de MAC de límite de potencia), el eNodoB debería continuar dando concesiones. Como alternativa, el mapa de bits podría representar las portadoras de componente en las que el eNodoB debería dejar de dar concesiones.

En una forma de realización adicional de la invención, el CE de MAC tal como se muestra en la figura 7 se usa para la notificación de margen de potencia por UE. Uno de los dos bits reservados, por ejemplo el primer bit reservado que se muestra en la figura 7 se usa para identificar si el CE de MAC es un CE de MAC de margen de potencia de la edición 8 / 9 de LTE o un CE de MAC de margen de potencia por UE. En ambos casos, el campo de PH pueden ser 6 bits e indica un margen por CC como en la edición 8 / 9 de LTE o el margen de potencia por UE. Además, si el elemento de control de MAC es un CE de MAC de margen de potencia por UE, la portadora de componente en la que el elemento de control se ha transmitido es la portadora de componente que el equipo de usuario está sugiriendo al eNodoB para unas asignaciones de recursos adicionales en la misma.

Tal como se ha indicado en lo que antecede, los formatos de elemento de control de MAC que se han analizado en lo que antecede con respecto a la figura 7, y la figura 14 a 16 tienen la ventaja de que - en comparación con la edición 8 / 9 de LTE - no es necesario que un nuevo identificador de canal lógico se asigne para las notificaciones de margen de potencia por UE. Tal como se muestra en la figura 6, una PDU de MAC da el formato de los elementos de control de MAC que se incluyen en la carga útil de PDU de MAC por medio de unos identificadores de canal lógico respectivos en el subencabezado de los elementos de control de MAC respectivos. En otra forma de realización de la invención, se define un nuevo identificador de canal lógico (LCID, *logical channel identifier*) para indicar un CE de MAC de margen de potencia por UE. Por lo tanto, la presente forma de realización de la invención proporciona una PDU de MAC que comprende un subencabezado ("subencabezado de CE de MAC de margen de potencia por UE") y el CE de MAC relacionado. El subencabezado de CE de MAC de margen de potencia por UE comprende un LCID que está identificando el CE de MAC relacionado que es un CE de MAC de margen de potencia por UE.

El formato del CE de MAC de margen de potencia por UE puede ser de nuevo el que se describe en una de las formas de realización en relación con la figura 7, la figura 14 o la figura 15 en lo que antecede, no obstante, puede que ya no sea necesario indicación alguna de un CE de MAC de margen de potencia de la edición 8 / 9 de LTE en la definición de formato, debido a que la diferenciación del CE de MAC de margen de potencia de la edición 8 / 9 de LTE y el CE de MAC de margen de potencia por UE se logra entonces por medio del LCID en el subencabezado de la PDU de MAC.

Selección de la portadora de componente para transmitir el CE de MAC de margen de potencia por UE

Quando el equipo de usuario incluye el CE de MAC de límite de potencia en las unidades de datos de protocolo que se transmiten en la subtrama dada, la potencia de transmisión que se encuentra disponible para las transmisiones de UL ya es crítica. Por lo tanto, es necesario que se elija el bloque de transporte de la portadora de componente más fiable para la inclusión del elemento de control de MAC de límite de potencia.

El criterio para la selección de la portadora de componente más fiable se puede basar en las siguientes condiciones. Una opción sería elegir la portadora de componente que es la "célula especial", es decir, la portadora de componente en la que acampa el UE y a partir de la cual lee la información de sistema. Otra opción sería elegir, de entre el conjunto de portadoras de componente con transmisiones de UL, la que tenga los mejores parámetros físicos. Podrían ser parámetros, por ejemplo, la BLER objetivo o el margen de potencia real de una portadora de componente. Además, si una clasificación de prioridad de las portadoras de componente ya es conocida por el UE, el UE podría enviar el CE de MAC de límite de potencia siempre en la portadora de componente con la prioridad más alta.

Establecimiento del valor umbral

En cada subtrama en la que se han asignado recursos al equipo de usuario para la transmisión de enlace ascendente en al menos una de sus portadoras de componente agregadas, el equipo de usuario puede calcular la potencia de transmisión que se necesita para cumplir todas las concesiones de enlace ascendente (asignaciones de recursos) en esa subtrama, es decir, determina la potencia de transmisión estimada que se requiere en esta subtrama. Tal como se ha explicado en lo que antecede, un umbral se puede configurar en relación con la potencia de transmisión de UE máxima total que indica esencialmente la potencia de transmisión máxima que se permite al equipo de usuario (o que este puede) enviar en todas las transmisiones de enlace ascendente en las portadoras de componente en la subtrama dada.

El umbral por ejemplo puede ser configurado por el eNodoB en relación con la potencia de transmisión de UE máxima total. El umbral por ejemplo puede ser establecido por el eNodoB para cada equipo de usuario de forma individual y el valor del umbral por ejemplo se podría transportar a los equipos de usuario respectivos por medio de señalización de RRC. El umbral por ejemplo puede ser un valor fraccionario (o un porcentaje P) de la potencia de transmisión de UE máxima total.

Tal como se ha bosquejado previamente, en el caso de que el equipo de usuario necesite más potencia para todas las transmisiones de enlace ascendente en las portadoras de componente de enlace ascendente de la que se define por medio del valor umbral o la potencia de transmisión de UE máxima total, una indicación del estado de potencia del equipo de usuario, por ejemplo un CE de MAC de límite de potencia, se incluye en las transmisiones de enlace ascendente de la subtrama.

Se debería hacer notar que la potencia de transmisión estimada del equipo de usuario podría no solo cruzar el umbral configurado sino que incluso se puede encontrar por encima de la potencia disponible máxima total del equipo de usuario. En este último caso, el equipo de usuario se encuentra ya en una situación de limitación de potencia severa y no puede cumplir todas las asignaciones de recursos de enlace ascendente tal como es demandado por el eNodoB.

Además, también se debería hacer notar que, de acuerdo con todos los aspectos y las formas de realización de la invención, no es necesario que la notificación del estado de potencia del equipo de usuario sea necesariamente proactiva, es decir, $ETP > P \cdot MATP$, pero que puede que no se use el valor umbral ($P = 1$). Básicamente, esto quiere decir que se desencadena que el equipo de usuario notifique el estado de potencia cuando la potencia de transmisión estimada supera la potencia de transmisión de US máxima total (es decir, $ETP > MATP$). En este caso, la información de estado de potencia (indicador, CE de MAC de límite de potencia, etc.) indica si, de forma respectiva, que el equipo de usuario aplicó un ajuste a escala de potencia en la subtrama dada, mientras que en caso de usar un valor umbral, la información de estado de potencia ya se puede señalar antes de que el equipo de usuario tenga que usar un ajuste a escala de potencia en las portadoras de componente de enlace ascendente.

15 **Bandera de ajuste a escala de potencia**

De acuerdo con otra forma de realización a modo de ejemplo de la invención en línea con el primer aspecto de la invención, el equipo de usuario no está enviando información detallada alguna al eNodoB con respecto a su estado de potencia, pero indica al eNodoB en cada transmisión, si el equipo de usuario aplicó, o no, un ajuste a escala de potencia a las transmisiones en el enlace ascendente. Para este fin, uno o más indicadores pueden estar comprendidos en las unidades de datos de protocolo que son transmitidas por el equipo de usuario. También se hace referencia a este indicador como bandera de ajuste a escala de potencia. La bandera de ajuste a escala de potencia se puede proporcionar en una de las portadoras de componente asignadas o en todas las portadoras de componente asignadas. Por ejemplo, la bandera de ajuste a escala de potencia que se va a transmitir en una portadora de componente dada se puede incluir en una unidad de datos de protocolo que se transmite en la portadora de componente asignada dada.

De acuerdo con una forma de realización de la invención, la bandera de ajuste a escala de potencia se define en uno de los dos bits reservados / no usados de un subencabezado de PDU de MAC que se conoce a partir del formato de subencabezado de la edición 8 / 9 de LTE. Si se establece la bandera de ajuste a escala de potencia (PS, *power scaling*) (por ejemplo, = 1) la potencia de transmisión estimada para las transmisiones dentro de una subtrama se ha reducido a escala de potencia, es decir, la potencia de transmisión estimada superó la potencia de UE máxima total. Si no se establece la bandera de PS (por ejemplo, = 0), el equipo de usuario no aplicó un ajuste a escala de potencia dentro de la subtrama.

Como alternativa, si la bandera de PS se proporciona para las portadoras de componente configuradas individuales, la bandera indica si la potencia de transmisión, por ejemplo la potencia de PUSCH, para la portadora de componente configurada respectiva se ha reducido a escala de potencia. Por ejemplo, si una información de control de enlace ascendente (UCI, *uplink control information*) se multiplexa con un bloque de transporte (PDU de MAC) para una portadora de componente de enlace ascendente asignada en la capa física, la transmisión en esta portadora de componente de enlace ascendente asignada puede no reducirse a escala de potencia, a pesar de que otra transmisión o transmisiones de PUSCH en la otra portadora o portadoras de componente de enlace ascendente - que no comprenden información de control de enlace ascendente alguna - se ajustan a escala en cuanto a su potencia.

En un sistema basado en 3GPP usando una agregación de portadoras en el enlace ascendente, como LTE-A, el establecimiento de la bandera de PS puede indicar que la potencia de PUSCH para el bloque de transporte (PDU de MAC) correspondiente se redujo a escala de potencia debido a las limitaciones de potencia. En consecuencia, el bit que se establece a cero indica que no se aplicó ajuste a escala de potencia alguno.

La figura 29 muestra una PDU de MAC a modo de ejemplo de acuerdo con una forma de realización de la invención. Debido a que hay un subencabezado de PDU de MAC en una PDU de MAC para cada SDU (*Service Data Unit*, unidad de datos de servicio) de MAC que contiene unas PDU de RLC de un canal lógico (que se identifica por medio del LCID) que tiene datos en la PDU de MAC, la bandera de PS se podría establecer en una cualquiera, la totalidad o un subconjunto de los subencabezados de PDU de MAC dentro de una PDU de MAC dada. En principio, es suficiente con que solo uno de los subencabezados de PDU de MAC, por ejemplo el primer subencabezado de PDU de MAC de una PDU de MAC contenga una bandera de ajuste a escala de potencia (una bandera de PS). Esto puede simplificar el procesamiento de las PDU de MAC en el equipo de usuario y el eNodoB, debido a que solo sería necesario enviar un bit en uno de los subencabezados de PDU de MAC, que son analizados de forma respectiva por el eNodoB.

Además, tal como ya se ha mencionado antes, como alternativa se podría definir que en lugar de establecer la bandera de ajuste a escala de potencia cuando se está limitado en cuanto a la potencia, la bandera se podría establecer cuando la potencia de transmisión de enlace ascendente requerida supera un determinado umbral previamente definido o señalado de la potencia de transmisión permitida máxima.

De acuerdo con otra forma de realización a modo de ejemplo de la invención, se pueden desencadenar las notificaciones de margen de potencia por CC para las portadoras de componente configuradas o asignadas, si la potencia de transmisión estimada para una subtrama dada supera la potencia de transmisión de UE máxima total o un umbral en relación con la misma. Esto se bosquejará con detalle adicional en lo sucesivo. En la presente forma de realización, la bandera de estado de potencia (o a la que también se hace referencia como bandera de ajuste a escala de potencia) se señala junto con las notificaciones de margen de potencia por CC. Por lo tanto, se proporciona una bandera de estado de potencia en cada subencabezado de PDU de MAC para el CE de MAC que comprende el margen de potencia por CC para la portadora de componente asignada o configurada respectiva. En la presente forma de realización, por lo tanto la bandera de estado de potencia se puede considerar como una indicación de que la notificación de margen de potencia por CC que se señala dentro del CE de MAC de la PDU de MAC para una portadora de componente asignada o configurada dada se ha desencadenado por que la potencia de transmisión estimada para la subtrama dada superó la potencia de transmisión de UE máxima total o un umbral en relación con la misma. Como alternativa, la bandera de estado de potencia se podría señalar usando uno de los dos bits reservados / no usados en el elemento de control de MAC que contiene la propia notificación de margen de potencia por CC.

La figura 30 muestra una forma de realización a modo de ejemplo de un subencabezado de PDU de MAC para un CE de MAC de notificación de margen de potencia que incluye una bandera de estado de potencia. En el caso de que la PDU de MAC con el CE de MAC de margen de potencia por CC para una portadora de componente configurada se señale en la portadora de componente asignada respectiva, ninguna identificación adicional de la portadora de componente a la que se refiere el CE de MAC de margen de potencia por CC.

En el caso de que el CE de MAC de margen de potencia por CC se vaya a señalar para una portadora de componente configurada para la cual no hay asignación de recursos alguna disponible en la subtrama dada, el equipo de usuario por ejemplo puede calcular el margen de potencia a partir de esta portadora de componente sobre la base de una cierta concesión de enlace ascendente previamente definida o, de forma respectiva, una potencia de PUSCH previamente definida. Los CE de MAC de margen de potencia por CC para la portadora de componente configurada se pueden señalar en una PDU de MAC en una portadora de componente asignada. La figura 31 muestra una PDU de MAC a modo de ejemplo que comprende unos CE de MAC de margen de potencia por CC para tres portadoras de componente configuradas de un equipo de usuario. En la presente forma de realización a modo de ejemplo, se definen unos ID de canal lógico (LCID, *logical channel identifier*) especiales para las portadoras de componente respectivas, con el fin de poder asociar los CE de MAC de margen de potencia por CC con la portadora de componente respectiva a la que se refieren los mismos.

La figura 21 muestra un diagrama de flujo de una operación a modo de ejemplo de un equipo de usuario de acuerdo con una forma de realización de la invención en línea con el primer aspecto de la invención. El equipo de usuario recibe 2101 (de forma similar a la etapa 801 de la figura 8) una pluralidad de asignaciones de recursos para una subtrama dada y estima 2102 (de forma similar a la etapa 802 de la figura 8) la potencia de transmisión (ETP, *estimated transmit power*) que se requiere para las transmisiones de enlace ascendente en las portadoras de componente asignadas de acuerdo con las asignaciones de recursos recibidas. En una forma de realización a modo de ejemplo de la invención, la potencia de transmisión es estimada por el equipo de usuario sobre la base de las asignaciones de recursos recibidas para las unidades de datos de protocolo que se van a transmitir en la subtrama y el estado de una función de control de potencia de transmisión del equipo de usuario tal como se explica con respecto a la figura 8 en lo que antecede.

A continuación, el equipo de usuario determina 2103, si la potencia de transmisión estimada (ETP, *estimated transmit power*) está superando la potencia de transmisión de UE máxima total (*MATP, total maximum UE transmit power*, o P_{CMAX}). Si no se supera la potencia de transmisión de UE máxima total, el equipo de usuario no se encuentra en una situación de límite de potencia, de tal modo que no es necesario que notificación alguna de estado de potencia acerca del mismo se señale al eNodoB. Por consiguiente, a continuación el equipo de usuario generará 2104 (de forma similar a la etapa 804 de la figura 8) las unidades de datos de protocolo para su transmisión en las portadoras de componente asignadas respectivas. Obsérvese que la generación de las unidades de datos de protocolo por ejemplo se puede poner en práctica tal como se describe en la solicitud 1 o la solicitud 2. Por ejemplo, como parte de este proceso de generación de la etapa 2104, el equipo de usuario establece adicionalmente 2105 un indicador o más indicadores - es decir, una bandera o banderas de ajuste a escala de potencia - en las PDU de MAC para indicar que no ha sido aplicado ajuste a escala de potencia alguno por el equipo de usuario a la transmisión de las PDU de MAC que se generan en la etapa 2104. Por ejemplo, cada PDU de MAC puede comprender una bandera de ajuste a escala de potencia respectiva en uno o más de los subencabezados de PDU de MAC para una portadora de componente asignada dada en la que las PDU de MAC se transmiten en la etapa 2106.

En el caso de que la potencia de transmisión estimada supere la potencia de transmisión de UE máxima total en la etapa 2103, a continuación el equipo de usuario generará 2107 (de forma similar a la etapa 2104 de la figura 21) las unidades de datos de protocolo para su transmisión en las portadoras de componente asignadas respectivas establece adicionalmente 2108 un indicador o más indicadores - es decir, una bandera o banderas de ajuste a escala de potencia - en las PDU de MAC para indicar que un ajuste a escala de potencia ha sido aplicado por el equipo de usuario a la potencia de transmisión, es decir, la potencia de PUSCH, de las PDU de MAC. Por ejemplo,

cada PDU de MAC puede comprender una bandera de ajuste a escala de potencia respectiva en uno o más de los subencabezados de PDU de MAC para una portadora de componente asignada dada que indica si se ha ajustado a escala la potencia de transmisión respectiva para su transmisión en la portadora de componente.

5 Además, el equipo de usuario lleva a cabo 2109 un ajuste a escala de potencia para reducir la potencia de transmisión a al menos una de las portadoras de componente asignadas con el fin de reducir la potencia de transmisión global para las transmisiones en las portadoras de componente asignadas por debajo de (o a un valor igual a) la potencia de transmisión de UE máxima. Tal como se ha explicado en lo que antecede, no se puede aplicar ajuste a escala de potencia alguno a la transmisión en una portadora de componente, si por ejemplo se transmite una información de control de enlace ascendente en esta portadora de componente junto con la PDU de MAC en una subtrama dada, es decir, a la que también se hace referencia como PUSCH con UCI tal como se ha explicado en lo que antecede. Las PDU de MAC se transmiten a continuación 2110 en las portadoras de componente de enlace ascendente asignadas respectivas usando la potencia de transmisión reducida.

15 Obsérvese que el orden de las etapas 2107 a 2110 en la figura 21 puede no representar el orden cronológico correcto de las etapas en el tiempo, debido a que algunas de las etapas pueden requerir una interacción - tal como es evidente a partir de las explicaciones en lo que antecede.

Notificaciones de margen de potencia por CC síncronas en una subtrama

20 En línea con el primer aspecto de la invención, otra forma de realización y puesta en práctica alternativa de la invención para informar al eNodoB acerca de una situación de límite de potencia del equipo de usuario, el equipo de usuario envía una notificación de margen de potencia por CC para cada portadora de componente asignada o configurada de la subtrama para informar al eNodoB acerca de una situación en la que el equipo de usuario se encuentra próximo a usar su potencia de transmisión de UE máxima total o las asignaciones de recursos y las órdenes de control de potencia del eNodoB requerirían el uso de una potencia de transmisión que supera la potencia de transmisión de UE máxima total del equipo de usuario. El margen de potencia por CC por ejemplo se puede definir de acuerdo con una de las definiciones que se proporcionan en la sección "Definición del margen de potencia por CC" en lo sucesivo.

Las notificaciones de margen de potencia por CC se envían dentro de una única subtrama en el enlace ascendente. Básicamente, se puede considerar que esto define un nuevo desencadenamiento para enviar unas notificaciones de margen de potencia.

30 Opcionalmente, con el fin de identificar que la notificación de margen de potencia para una portadora de componente es no periódica, de forma respectiva, se desencadena por medio de una situación de límite de potencia, se podría usar un bit en el subencabezado de PDU de MAC del CE de MAC para la notificación de margen de potencia por CC (CE de MAC de PHR por CC), de forma similar a la bandera de estado de potencia que se ha descrito en lo que antecede. Por consiguiente, también en la presente forma de realización, uno de los dos bits reservados en el subencabezado de PDU de MAC que se corresponde con el CE de MAC de PHR por CC se usa para la indicación de limitación de potencia y / o siendo esta la causa para la transmisión de la notificación de margen de potencia. El ID de canal lógico (LCID, *logical channel identifier*) para la limitación de potencia desencadenó una notificación de margen de potencia por medio del CE de MAC de PHR por CC puede ser el mismo que para la notificación de margen de potencia que se desencadena por medio de una notificación periódica o por cambio de pérdida de trayectoria, por ejemplo 11010 tal como se muestra en la figura 30 (la bandera de PS indicaría que el CE de MAC correspondiente contiene una notificación de margen de potencia que se desencadena por medio de una limitación de potencia). Como alternativa, la bandera se podría señalar usando uno de los dos bits reservados / no usados en el elemento de control de MAC que contiene la propia notificación de margen de potencia por CC.

45 En otra puesta en práctica, en lugar de usar una bandera, se puede definir un nuevo LCID para indicar que la notificación de margen de potencia para una portadora de componente de enlace ascendente configurada o asignada se desencadenó por medio de una limitación de potencia.

50 En una puesta en práctica a modo de ejemplo adicional, se podrían definir unos LCID individuales para las portadoras de componente de enlace ascendente configuradas, de tal modo que el LCID se puede usar para indicar a qué portadora de componente de enlace ascendente configurada pertenece el CE de MAC (y la notificación de margen de potencia del mismo). La figura 31 muestra una PDU de MAC a modo de ejemplo que comprende unos CE de MAC de PHR por CC para tres portadoras de componente configuradas (CoCa1, CoCa2 y CoCa3) de un equipo de usuario de acuerdo con una forma de realización a modo de ejemplo de la invención. En la sección de subencabezado de PDU de MAC, se proporcionan tres subencabezados de MAC que incluyen unos LCID especiales que se definen para las portadoras de componente respectivas que se configuran para el equipo de usuario en el enlace ascendente (CoCa1 de LCID, CoCa2 de LCID y CoCa3 de LCID). Sobre la base de los LCID en los subencabezados de la PDU de MAC, el eNodoB puede asociar las notificaciones de margen de potencia por CC en los CE de MAC dentro de la sección de carga útil de la PDU de MAC con las portadoras de componente configuradas respectivas del equipo de usuario.

Obsérvese que, en el presente ejemplo, se usa el mismo LCID con independencia del desencadenamiento. Por lo tanto, el subencabezado para los CE de MAC de PHR por CC respectivos comprende una bandera en el primer (o segundo) bit del subencabezado (de forma similar a la bandera de ajuste a escala de potencia) que, cuando se establece, de forma respectiva, no se establece, indica que la notificación de margen de potencia en el CE de MAC de PHR por CC es una notificación de margen de potencia desencadenada por evento que se desencadena por medio de una situación de límite de potencia. Si los LCID específicos de portadora de componente se usaran solo para las notificaciones de margen de potencia debido a una situación de límite de potencia, no se requiere bandera alguna en el subencabezado.

En la presente forma de realización a modo de ejemplo, el equipo de usuario de forma opcional puede volver a usar el mecanismo de notificación de margen de potencia (incluyendo el usuario de los temporizadores *Temporizador-PHRperiódica* y *Temporizador-PHRprohibición*) y su formato tal como se muestra en la figura 7 que se conoce a partir de la edición 8 / 9 de LTE para cada notificación respectiva que se envía en la subtrama. Cuando el equipo de usuario se encuentra en una situación en la que este se encuentra próximo a usar su potencia de transmisión de UE máxima total o las asignaciones de recursos y las órdenes de control de potencia del eNodeB requerirían el uso de una potencia de transmisión que supera la potencia de transmisión de UE máxima total del equipo de usuario, el equipo de usuario enviará, en cada portadora de componente asignada, una notificación de margen de potencia por CC tal como se conoce a partir de la edición 8 / 9 de LTE para la portadora de componente respectiva. Al hacer esto, el equipo de usuario ignora el temporizador *Temporizador-PHRprohibición*, si está en marcha. Subsiguientemente a la transmisión de las múltiples notificaciones de margen de potencia por CC, se pueden reiniciar los temporizadores *Temporizador-PHRperiódica* y *Temporizador-PHRprohibición*.

Tras la recepción de todas las notificaciones de margen de potencia en la subtrama, el eNodeB tiene una imagen completa de la situación de potencia total del equipo de usuario.

En una puesta en práctica a modo de ejemplo adicional de acuerdo con otra forma de realización de la invención, las notificaciones de margen de potencia por CC en todas las portadoras de componente configuradas o asignadas se podrían enviar en solo una PDU de MAC en una de las portadoras de componente asignadas. La selección de esta portadora de componente en la que se han de enviar las notificaciones de margen de potencia se puede poner en práctica tal como se describe previamente en el presente documento (véase, entre otras cosas, la sección Selección de la portadora de componente para transmitir el CE de MAC de margen de potencia por UE).

En una puesta en práctica a modo de ejemplo de la presente forma de realización, las múltiples notificaciones de margen de potencia por CC se podrían incluir en una PDU de MAC. Un formato a modo de ejemplo de una PDU de MAC que contiene CE de MAC de PHR múltiples se muestra en la figura 17, en la que se ilustra una notificación de tres notificaciones de margen de potencia en las portadoras de componente asignadas CoCa1, CoCa3 y CoCa4.

La PDU de MAC comprende en primer lugar los identificadores de canal lógico (LCID, *logical channel identifier*) específicos de portadora de componente dentro del campo de subencabezados respectivo que permiten la identificación de las portadoras de componente que se notifican en e indican que la sección de carga útil de la PDU de MAC comprende tres CE de MAC de PHR. Cada subencabezado (que indica el LCID) tiene una longitud de 8 bits (un octeto), en el que los primeros dos bits del octeto (R) son bits reservados, y el tercer bit (E) indica si el siguiente octeto en la PDU de MAC es otro subencabezado del encabezado de PDU de MAC o si la sección de carga útil de la PDU de MAC está siguiendo al octeto (es decir, si el siguiente octeto es un CE de MAC de PHR en el presente ejemplo), y los últimos 5 bits son el LCID.

Por ejemplo, si se establece el bit E (por ejemplo, 1), se encuentra presente otro subencabezado en el siguiente octeto de la PDU de MAC; si no se establece el bit E (por ejemplo, 0), el siguiente octeto es parte de la sección de carga útil de la PDU de MAC que se supone que comienza con el primer CE de MAC de PHR.

En otra puesta en práctica alternativa, las notificaciones de margen de potencia en múltiples portadoras de componente también se pueden incluir en un único elemento de control de MAC ("CE de MAC de PHR múltiple").

El CE de MAC de PHR múltiple comprende, en su primer octeto, un mapa de bits de 5 bits que indica para qué portadora de componente se incluye un campo de PHR en el CE de MAC de PHR múltiple. Un orden de prioridad de las portadoras de componente, tal como se describe en la solicitud 1 y la solicitud 2, puede definir el significado de las posiciones individuales de los bits dentro del mapa de bits. En general, un bit establecido (por ejemplo, 1) en una determinada posición del mapa de bits quiere decir que hay un campo de PHR para la portadora de componente asociada que se incluye en el CE de MAC. Siguiendo al octeto que comprende el mapa de bits de portadora de componente, el campo o campos de PHR respectivos con el valor de margen de potencia para la portadora de componente se incluye o incluyen. El campo de PHR por ejemplo puede tener el mismo formato que se muestra en la figura 7 y notifica el margen de potencia (PH, *power headroom*) para una portadora de componente. Un ejemplo de un CE de MAC de PHR múltiple, en el que se ilustra una notificación de tres notificaciones de margen de potencia en las portadoras de componente asignadas CoCa1, CoCa3 y CoCa4 en la figura 18.

Obsérvese que, para esta puesta en práctica alternativa, las notificaciones de margen de potencia de la edición 8 / 9 de LTE y el CE de MAC de PHR múltiple podrían usar el mismo identificador de canal lógico, y los dos formatos se

pueden distinguir al establecer o no establecer el primer o el segundo bit reservado en el primer octeto del elemento de control. Por supuesto, al CE de MAC de PHR múltiple también se le puede asignar su propio identificador de canal lógico (LCID, *logical channel identifier*) en el encabezado de PDU de MAC.

5 Al CE de MAC de PHR múltiple se le puede asignar adicionalmente su propio identificador de canal lógico, de tal modo que el mismo se puede identificar por medio de un subencabezado correspondiente en el encabezado de la PDU de MAC (véase la figura 6).

10 La figura 9 muestra un diagrama de flujo de una operación a modo de ejemplo de un equipo de usuario de acuerdo con una forma de realización de la invención en línea con el segundo aspecto de la invención. De forma similar a la figura 8, el equipo de usuario recibe 801 una pluralidad de asignaciones de recursos para una subtrama dada y estima 802 la potencia de transmisión (ETP, *estimated transmit power*) que se requiere para las transmisiones de enlace ascendente en las portadoras de componente asignadas de acuerdo con las asignaciones de recursos recibidas. A continuación, el equipo de usuario determina 803, si la potencia de transmisión estimada (ETP) está superando un determinado valor umbral. Si no se supera el valor umbral, el equipo de usuario no se encuentra en una situación de límite de potencia, de tal modo que es necesario que la notificación acerca del mismo se señale al eNodeB. Por consiguiente, a continuación el equipo de usuario generará 804 las unidades de datos de protocolo para su transmisión en las portadoras de componente asignadas respectivas y transmite 805 las unidades de datos de protocolo (a las que se hace referencia como bloques de transporte en la capa física) al eNodeB por medio de las portadoras de componente asignadas. Obsérvese que la generación de las unidades de datos de protocolo por ejemplo se puede poner en práctica tal como se describe en la solicitud 1 o la solicitud 2.

20 Si el equipo de usuario se encuentra en una situación de límite de potencia tal como se determina en la etapa 803, el equipo de usuario determina 906 un margen de potencia por CC para cada portadora de componente para la cual se ha recibido una asignación de recursos.

25 A continuación, el equipo de usuario puede generar 907, para cada portadora de componente asignada, un CE de MAC de margen de potencia por CC individual (por ejemplo, usando el formato que se muestra en la figura 7) y genera adicionalmente 908 las PDU de MAC que incluyen, cada una, el CE de MAC de margen de potencia por CC correspondiente de acuerdo con las asignaciones de recursos. Subsiguientemente, el equipo de usuario transmite las PDU incluyendo unos CE de MAC de margen de potencia por CC en las portadoras de componente asignadas al eNodeB.

30 Obsérvese que, como alternativa a las etapas 907 y 908, también podría haber un único CE de MAC de PHR múltiple formado y transmitido en una de las PDU de MAC, tal como se ha bosquejado en lo que antecede.

35 La figura 12 muestra la notificación de margen de potencia en un sistema de LTE-A de acuerdo con una forma de realización de la invención, en el que se emplea la operación a modo de ejemplo de un equipo de usuario de acuerdo con la figura 9. En la mayor parte de las situaciones, la operación se corresponde con la operación del equipo de usuario tal como se ha bosquejado con respecto a la figura 10 previamente en el presente documento. En contraposición a la figura 10, se supone que, en T_6 , el equipo de usuario ha recibido tres asignaciones de recursos para la totalidad de las tres portadoras de componente para la subtrama en T_6 , no obstante la función de control de potencia de transmisión tiene, está dando, un factor de ganancia para la transmisión tan alto que dada la asignación de recursos, la potencia de transmisión estimada supera la potencia de transmisión de UE máxima total (véase la etapa 803 de la figura 9). Por consiguiente, en este caso el equipo de usuario determina los valores de margen de potencia por CC para la totalidad de las tres portadoras de componente y envía Unas PDU que comprenden, cada una, una notificación de margen de potencia por CC para la portadora de componente respectiva en el enlace ascendente. Tal como se puede reconocer a partir de la figura 12, el *Temporizador-PHRprohibición* está en marcha en T_6 para la portadora de componente CoCa3, pero es ignorado por el equipo de usuario. Tras el envío de las notificaciones de margen de potencia por CC, los temporizadores respectivos se reinician para cada portadora de componente.

40 La figura 13 muestra otra notificación de margen de potencia a modo de ejemplo en un sistema de LTE-A de acuerdo con una forma de realización de la invención, en el que se emplea la operación a modo de ejemplo de un equipo de usuario de acuerdo con la figura 9. El ejemplo que se muestra en la misma es el mismo que en la figura 12, excepto por que solo se han asignado recursos al equipo de usuario en las portadoras de componente CoCa1 y CoCa3 para la subtrama en T_6 . De forma similar a la figura 12, el equipo de usuario se sigue encontrando en una situación de límite de potencia para esta subtrama, pero envía un único CE de MAC de PHR múltiple en la PDU que se transmite en la portadora de componente CoCa1 que notifica los márgenes de potencia para las portadoras de componente CoCa1 y CoCa3. A consecuencia de lo anterior, los temporizadores *Temporizador-PHRperiódica* y *Temporizador-PHRprohibición* se reinician para las portadoras de componente para las cuales se ha enviado una notificación de margen de potencia por CC, es decir, las portadoras de componente CoCa1 y CoCa3 en el presente ejemplo.

55 La figura 22 muestra un diagrama de flujo de una operación a modo de ejemplo de un equipo de usuario de acuerdo con una forma de realización de la invención en línea con el primer aspecto de la invención. El equipo de usuario recibe 2101 (de forma similar a la etapa 801 de la figura 8) una pluralidad de asignaciones de recursos para una

subtrama dada y estima 2102 (de forma similar a la etapa 802 de la figura 8) la potencia de transmisión (ETP, *estimated transmit power*) que se requiere para las transmisiones de enlace ascendente en las portadoras de componente asignadas de acuerdo con las asignaciones de recursos recibidas. En una forma de realización a modo de ejemplo de la invención, la potencia de transmisión es estimada por el equipo de usuario sobre la base de las asignaciones de recursos recibidas para las unidades de datos de protocolo que se van a transmitir en la subtrama y el estado de una función de control de potencia de transmisión del equipo de usuario tal como se explica con respecto a la figura 8 en lo que antecede. Además, el equipo de usuario determina 2103, si la potencia de transmisión estimada (ETP) está superando la potencia de transmisión de UE máxima total (*MATP, total maximum UE transmit power*, o P_{CMAX}).

Si no se supera la potencia de transmisión de UE máxima total, el equipo de usuario no se encuentra en una situación de límite de potencia, de tal modo que no es necesario que notificación alguna de estado de potencia acerca del mismo se señalice al eNodoB. Por consiguiente, a continuación el equipo de usuario generará 804 las unidades de datos de protocolo para su transmisión en las portadoras de componente asignadas respectivas. La generación de las unidades de datos de protocolo por ejemplo se puede poner en práctica tal como se describe en la solicitud 1 o la solicitud 2. A continuación, el equipo de usuario transmite 805 las PDU de MAC al eNodoB.

En el caso de que la potencia de transmisión estimada supere la potencia de transmisión de UE máxima total en la etapa 2103, el equipo de usuario genera 2201, para cada portadora de componente de enlace ascendente configurada (como alternativa, para cada una asignada), una notificación de margen de potencia respectiva (notificación de margen de potencia por CC) y genera adicionalmente 2202, para cada portadora de componente configurada, un CE de MAC de margen de potencia por CC individual (por ejemplo, usando el formato que se muestra en la figura 7). En el caso de que no se encuentre disponible concesión de enlace ascendente alguna para una portadora de componente dada, el equipo de usuario por ejemplo puede suponer una asignación de recursos previamente definida o, como alternativa, una potencia de PUSCH previamente definida en aquellas portadoras de componente configuradas para las cuales no es aplicable asignación de recursos de enlace ascendente alguna en la subtrama dada.

A continuación, el equipo de usuario forma 2203 las PDU de MAC incluyendo los CE de MAC de margen de potencia por CC. Las PDU de MAC se forman de acuerdo con las asignaciones de recursos. Subsiguientemente, el equipo de usuario transmite las PDU incluyendo unos CE de MAC de margen de potencia por CC en las portadoras de componente asignadas al eNodoB.

En el caso de que la identificación de la transmisión de las notificaciones de margen de potencia en los CE de MAC de PHR por CC haya sido desencadenada por que la potencia de transmisión estimada de la subtrama supere la potencia de transmisión de UE máxima total no se proporcione de otro modo, el equipo de usuario de forma opcional puede establecer 2204 un indicador o indicadores - es decir, una bandera o banderas - en las PDU de MAC para indicar la causa para enviar las notificaciones de margen de potencia por CC. Por ejemplo, cada subencabezado de MAC para un CE de MAC de PHR o cada CE de MAC de PHR puede comprender una bandera respectiva que indica si la potencia de transmisión estimada superó la potencia de transmisión de UE máxima total.

Además, el equipo de usuario lleva a cabo 2109 un ajuste a escala de potencia para reducir la potencia de transmisión a al menos una de las portadoras de componente asignadas con el fin de reducir la potencia de transmisión global para las transmisiones en las portadoras de componente asignadas por debajo de (o a un valor igual a) la potencia de transmisión de UE máxima. Tal como se ha explicado en lo que antecede, no se puede aplicar ajuste a escala de potencia alguno a la transmisión en una portadora de componente, si por ejemplo se transmite una información de control de enlace ascendente en esta portadora de componente junto con la PDU de MAC en una subtrama dada, es decir, a la que también se hace referencia como PUSCH con UCI. Las PDU de MAC incluyendo los CE de PHR por CC se transmiten a continuación 2206 en las portadoras de componente de enlace ascendente asignadas respectivas usando la potencia de transmisión reducida.

Obsérvese que el orden de las etapas en la figura 22 puede no representar el orden cronológico correcto de las etapas en el tiempo, debido a que algunas de las etapas pueden requerir una interacción - tal como es evidente a partir de las explicaciones en lo que antecede.

Definición del margen de potencia por CC

En la actualidad no hay una definición clara de la notificación de margen de potencia específica de portadora de componente. Por ejemplo, aún no está claro si la reducción de potencia que se aplica a la potencia de transmisión máxima específica de portadora de componente (nominal) ($P_{CMAX,c}$) tiene en cuenta solo la transmisión de enlace ascendente (asignación de recursos) en el CC correspondiente o también las transmisiones en otras portadoras de componente de enlace ascendente asignadas. Por ejemplo, en el caso de que haya transmisiones de enlace ascendente que se programan en múltiples portadoras de componente de forma simultánea, la cantidad de reducción de potencia, a la que a veces también se hace referencia como retroceso de potencia, se puede aumentar con el fin de evitar unas emisiones no deseadas. La transmisión simultánea de PUSCH y / o PUCCH a través de componente agregado o PUSCH agrupado dentro de una portadora de componente puede generar unos productos

de inter-modulación adicionales en la cadena de transmisor de UE que, en consecuencia, puede necesitar un retroceso de potencia de transmisor con el fin de cumplir los requisitos de ACLR.

Definición de PH 1

5 En una forma de realización a modo de ejemplo de la invención, tal como se muestra en la figura 28, el margen de potencia por CC no está teniendo en cuenta el ajuste a escala de potencia en una portadora de componente dada. El margen de potencia se define como la diferencia entre la potencia de transmisión máxima de la portadora de componente $P_{CMAX,c}$ (después de la reducción de potencia) menos la potencia de transmisión estimada del UE para la portadora de componente c antes del ajuste a escala de potencia. La potencia de transmisión estimada del UE para la portadora de componente c se puede dar por medio de un control de potencia de transmisión del equipo de usuario para la portadora de componente c .

15 En una puesta en práctica a modo de ejemplo y en línea con la presente forma de realización, el margen de potencia por CC por ejemplo se puede determinar tal como se describe en la norma TS 36.213 de 3GPP, versión 8.8.0, sección 5.1.1 que ya se ha mencionado anteriormente en el presente documento. Por lo tanto, la ecuación 2 en lo que antecede se vuelve a usar y se aplica para las portadoras de componente asignadas o configuradas respectivas tal como sigue.

El margen de potencia por CC $PH_c(i)$ de la portadora de componente c por ejemplo se puede definir como

$$PH_c(i) = P_{CMAX,c} - \{10 \cdot \log_{10}(M_{PUSCH,c}(i)) + P_{0_PUSCH,c}(j) + \alpha_c(j) \cdot PL_c + \Delta_{TF,c}(i) + f_c(i)\}$$

Ecuación 3

20 en la que $P_{CMAX,c}$ es la potencia de transmisión máxima de la portadora de componente c (después de la reducción de potencia), que obedece:

- $P_{CMAX,L,c} \leq P_{CMAX,c} \leq P_{CMAX,H,c}$
- $P_{CMAX,L} = \min(P_{EMAX,c} - \Delta T_C, P_{ClasePotencia} - MPR_c - AMPR_c - \Delta T_C)$
- $P_{CMAX,H,c} = \min(P_{EMAX,c}, P_{ClasePotencia})$

25 El índice c de los diferentes parámetros indica que esto es para la portadora de componente c . Además, algunos de los parámetros en la ecuación pueden ser específicos de UE. El significado de los parámetros en la ecuación 3 se define por lo demás como en la sección de antecedentes de la técnica (para la portadora de componente respectiva c cuando sea aplicable, o por equipo de usuario).

30 La potencia de transmisión estimada $P_{PUSCH,c}(i)$ del UE para la portadora de componente c tal como es dada por un control de potencia de transmisión del equipo de usuario para la portadora de componente c se puede definir tal como sigue:

$$P_{PUSCH,c}(i) = \min\{P'_{CMAX,c}, 10 \log_{10}(M_{PUSCH,c}(i)) + P_{0_PUSCH,c}(j) + \alpha_c(j) \cdot PL_c + \Delta_{TF,c}(i) + f_c(i)\}$$

Ecuación 4

Definición de PH 2

35 En una forma de realización a modo de ejemplo de la invención, tal como se muestra en la figura 27, el margen de potencia por CC está teniendo en cuenta el ajuste a escala de potencia en una portadora de componente dada (si se aplica). El margen de potencia se define como la diferencia entre la potencia de transmisión máxima de la portadora de componente $P_{CMAX,c}$ (después de la reducción de potencia) menos la potencia de transmisión usada del UE para la portadora de componente c después de un ajuste a escala de potencia potencial.

40 En un ejemplo, la potencia de transmisión usada del UE para la portadora de componente c después de un ajuste a escala de potencia es la potencia de PUSCH transmitida $P^{PS}_{PUSCH,c}(i)$ de la subtrama i tal como se define por medio de:

$$P^{PS}_{PUSCH,c}(i) = PSF_c \cdot \min\{P'_{CMAX,c}, 10 \log_{10}(M_{PUSCH,c}(i)) + P_{0_PUSCH,c}(j) + \alpha_c(j) \cdot PL_c + \Delta_{TF,c}(i) + f_c(i)\}$$

Ecuación 5

45 en la que PSF_c es el factor de ajuste a escala de potencia que se aplica para la portadora de componente de enlace ascendente configurada respectiva c .

$P^{PS}_{PUSCH,c}(i)$ también se puede expresar como:

$$P_{PUSCH,c}^{PS}(i) = PSF_c \cdot P_{PUSCH,c}(i)$$

Ecuación 6

en la que $P_{PUSCH,c}(i)$ es la potencia de transmisión estimada para la portadora de componente c de acuerdo con la asignación de recursos aplicable dentro de la subtrama i :

$$P_{PUSCH,c}(i) = \min\{P_{CMAX,c}, 10 \log_{10}(M_{PUSCH,c}(i)) + P_{0_PUSCH,c}(j) + \alpha_c(j) \cdot PL_c + \Delta_{TF,c}(i) + f_c(i)\}$$

Ecuación 7

De acuerdo con la definición 2, el margen de potencia se puede expresar como:

$$PH_c(i) = P_{CMAX,c} - P_{PUSCH,c}^{PS}(i)$$

Ecuación 8

Opcionalmente, la reducción de potencia que se aplica a la potencia de transmisión máxima (nominal) de una portadora de componente se puede determinar teniendo en cuenta las transmisiones de enlace ascendente simultáneas en otras portadoras de componente agregadas. Por ejemplo, la potencia de transmisión máxima nominal para una portadora de componente $P_{CMAX,H,c}$ se reduce por medio de una reducción de potencia PR que tiene en cuenta las transmisiones de enlace ascendente en otras portadoras de componente agregadas dentro de una subtrama dada. El resultado de la aplicación de la reducción de potencia es la definición de la potencia de transmisión máxima de la portadora de componente $P_{CMAX,c}$:

$$P_{CMAX,L,c} \leq P_{CMAX,c} = P_{CMAX,H,c} - PR_c \leq P_{CMAX,H,c}$$

Ecuación 9

en la que $PR_c \leq MPR_c$. Por lo tanto, $P_{CMAX,c}$ en la ecuación 3 y la ecuación 8 de forma opcional puede incluir la reducción de potencia PR aplicada que, de forma opcional, puede tener en cuenta las transmisiones de enlace ascendente en otras portadoras de componente agregadas dentro de una subtrama dada.

Potenciaciones opcionales

En las ecuaciones 3 a 9 en lo que antecede, los parámetros que comprenden el índice c pueden ser específicos de portadora de componente. No obstante, algunos o la totalidad de los parámetros se pueden seguir configurando o estableciendo por UE. Por ejemplo, los parámetros $P_{0_PUSCH,c}(j)$ y $\alpha_c(j)$ se pueden definir por UE.

Además, en principio un margen de potencia de acuerdo con la definición 2 nunca debería ser negativo, debido a que la potencia de transmisión usada total, es decir, la suma de todas las potencias de transmisión de enlace ascendente a través de las portadoras de componente de enlace ascendente asignadas, nunca debería superar (después de un ajuste a escala de potencia) la potencia de transmisión máxima total de UE. Por otro lado, un margen de potencia de acuerdo con la definición 1 podría ser negativo. Con el fin de tener el mismo intervalo de valores de margen de potencia para ambas definiciones de margen de potencia, un valor de margen de potencia negativo para un margen de potencia de acuerdo con la definición 2 se podría definir, por lo tanto, para que tenga un significado especial. Por ejemplo, se podría definir que un valor negativo indica que la potencia de transmisión usada es un resultado de un ajuste a escala de potencia, es decir, se supera la potencia de transmisión de UE máxima total. Por lo tanto, la notificación de margen de potencia ya transportaría algo de información acerca del estado de potencia del equipo de usuario.

Notificación de la cantidad de reducción de potencia

Tal como se ha mencionado previamente, se puede suponer que el eNodeB no es consciente de la reducción de potencia máxima (MPR, *maximum power reduction*). Como consecuencia de esto, la reducción de potencia que es aplicada por el equipo de usuario a la potencia de transmisión máxima de una portadora de componente dada también es desconocida por el eNodeB. Por lo tanto, el eNodeB esencialmente no conoce la potencia de transmisión máxima de la portadora de componente en relación con la cual se calcula el margen de potencia. Por lo tanto, de acuerdo con una forma de realización adicional de la invención, el equipo de usuario informa al eNodeB acerca de la cantidad de reducción de potencia (a la que también se hace referencia como retroceso de potencia) que se aplica a una portadora de componente de enlace ascendente.

En una puesta en práctica a modo de ejemplo, el equipo de usuario señala la cantidad de reducción de potencia cuando se notifica un margen de potencia. Sobre la base del margen de potencia y la cantidad aplicada de reducción de potencia, el eNodeB puede calcular la potencia de transmisión usada real en una portadora de componente dada y, por lo tanto, conoce el estado de potencia de UE.

A diferencia de como es en las formas de realización a modo de ejemplo previas, puede que la cantidad de reducción de potencia para las portadoras de componente de enlace ascendente configuradas o asignadas no se notifique necesariamente cuando el equipo de usuario se encuentra en una situación de límite de potencia o aproximándose a la misma, pero la cantidad de reducción de potencia que se aplica a una portadora de componente

puede ser enviada / actualizada por el equipo de usuario de forma periódica o en respuesta a un cambio más allá de un valor umbral dado, de forma similar a la notificación de los márgenes de potencia. Con el fin de reducir la tara de señalización, el equipo de usuario solo puede notificar la cantidad de reducción de potencia en el caso de que el equipo de usuario se encuentre en una situación de límite de potencia o se esté aproximando a la misma, tal como se ha ilustrado antes.

La figura 23 muestra un diagrama de flujo de una operación a modo de ejemplo de un equipo de usuario de acuerdo con una forma de realización de la invención en línea con el primer aspecto de la invención. El equipo de usuario recibe 2101 (de forma similar a la etapa 801 de la figura 8) una pluralidad de asignaciones de recursos para una subtrama dada y estima 2102 (de forma similar a la etapa 802 de la figura 8) la potencia de transmisión (ETP, *estimated transmit power*) que se requiere para las transmisiones de enlace ascendente en las portadoras de componente asignadas de acuerdo con las asignaciones de recursos recibidas. En una forma de realización a modo de ejemplo de la invención, la potencia de transmisión es estimada por el equipo de usuario sobre la base de las asignaciones de recursos recibidas para las unidades de datos de protocolo que se van a transmitir en la subtrama y el estado de una función de control de potencia de transmisión del equipo de usuario tal como se explica con respecto a la figura 8 en lo que antecede. Además, el equipo de usuario determina 2103, si la potencia de transmisión estimada (ETP) está superando la potencia de transmisión de UE máxima total (*MATP, total maximum UE transmit power*, o P_{CMAX}).

Si no se supera la potencia de transmisión de UE máxima total, el equipo de usuario no se encuentra en una situación de límite de potencia, de tal modo que no es necesario que notificación alguna de estado de potencia acerca del mismo se señalice al eNodeB. Por consiguiente, a continuación el equipo de usuario generará 804 las unidades de datos de protocolo para su transmisión en las portadoras de componente asignadas respectivas. La generación de las unidades de datos de protocolo por ejemplo se puede poner en práctica tal como se describe en la solicitud 1 o la solicitud 2. A continuación, el equipo de usuario transmite 805 las PDU de MAC al eNodeB.

En el caso de que la potencia de transmisión estimada supere la potencia de transmisión de UE máxima total en la etapa 2103, el equipo de usuario genera 2201, para cada portadora de componente de enlace ascendente configurada (como alternativa, para cada una asignada), una notificación de margen de potencia respectiva (notificación de margen de potencia por CC) y genera adicionalmente 2202, para cada portadora de componente configurada, un CE de MAC de margen de potencia por CC individual (por ejemplo, usando el formato que se muestra en la figura 7). En el caso de que no se encuentre disponible concesión de enlace ascendente alguna para una portadora de componente dada, el equipo de usuario por ejemplo puede suponer una asignación de recursos previamente definida o, como alternativa, una potencia de PUSCH previamente definida en aquellas portadoras de componente configuradas para las cuales no es aplicable asignación de recursos de enlace ascendente alguna en la subtrama dada. El margen de potencia se puede calcular usando, por ejemplo, la definición 1 o la definición 2 que se han bosquejado en lo que antecede.

Además, el equipo de usuario genera 2301, para cada portadora de componente asignada o configurada en el enlace ascendente, un CE de MAC de reducción de potencia por CC que está indicando la cantidad de reducción de potencia (por ejemplo, en dB) que se aplica a la portadora de componente respectiva. A continuación, el equipo de usuario forma 2302 las PDU de MAC, los CE de MAC de margen de potencia por CC y los CE de reducción de potencia por CC. Las PDU de MAC se forman de acuerdo con las asignaciones de recursos.

El CE de MAC de reducción de potencia por CC comprende la cantidad de reducción de potencia que se aplica a la portadora de componente y se puede definir de forma similar al CE de MAC de PHR en la edición 8 de LTE, tal como se muestra en la figura 32. Un nuevo ID de canal lógico (LCID, *logical channel identifier*) se podría reservar para la identificación del CE de MAC de reducción de potencia por CC.

El equipo de usuario lleva a cabo 2109 un ajuste a escala de potencia para reducir la potencia de transmisión a al menos una de las portadoras de componente asignadas con el fin de reducir la potencia de transmisión global para las transmisiones en las portadoras de componente asignadas por debajo de (o a un valor igual a) la potencia de transmisión de UE máxima. Las PDU de MAC incluyendo los CE de PHR por CC y los CE de MAC de reducción de potencia por CC se transmiten a continuación 2303 en las portadoras de componente de enlace ascendente asignadas respectivas usando la potencia de transmisión reducida.

Obsérvese que el orden de las etapas en la figura 23 puede no representar el orden cronológico correcto de las etapas en el tiempo, debido a que algunas de las etapas pueden requerir una interacción - tal como es evidente a partir de las explicaciones en lo que antecede.

En lugar de señalar los CE de PHR por CC y los CE de reducción de potencia por CC individuales, el margen de potencia por CC y la reducción de potencia por CC que se aplican a la portadora de componente también se pueden señalar en un CE de MAC. Con el fin de identificar este nuevo CE de MAC (reducción de potencia y margen de potencia), se podría usar una bandera de un bit para indicar el formato del CE de MAC. Por ejemplo, la bandera podría ser uno de los dos bits reservados (R) que se proporcionan en el subencabezado de MAC. Que la bandera se establezca (por ejemplo, 1) por ejemplo puede indicar que una cantidad de reducción de potencia y una notificación de margen de potencia de acuerdo con la definición 1 o la definición 2 está comprendida en el CE de MAC. Que la

bandera no se establezca (por ejemplo, 0) indica que solo se señala una notificación de margen de potencia de acuerdo con la definición 1 o la definición 2.

5 Como alternativa, en lugar de señalar la cantidad de reducción de potencia, el equipo de usuario puede señalar una notificación de margen de potencia para todas las portadoras de componente configuradas o asignadas cuando la reducción de potencia aplicada a la potencia de transmisión máxima de una portadora de componente cambia más allá de un cierto umbral previamente definido. Básicamente, se introduciría un nuevo desencadenamiento para la notificación de PHR por CC.

Señalización de la cantidad de ajuste a escala de potencia

10 Otra forma de realización y puesta en práctica alternativa de la invención para informar al eNodeB acerca de una situación de límite de potencia del equipo de usuario, el equipo de usuario señala la cantidad de ajuste a escala de potencia que se aplica a las diferentes portadoras de componente de enlace ascendente configuradas o asignadas. La cantidad de ajuste a escala de potencia (en dB) por ejemplo se puede señalar para cada portadora de componente de enlace ascendente cuando el equipo de usuario está limitado en cuanto a su potencia, es decir, la potencia de transmisión global estimada para la subtrama supera la potencia de transmisión de UE máxima total.

15 La figura 24 muestra un diagrama de flujo de una operación a modo de ejemplo de un equipo de usuario de acuerdo con una forma de realización de la invención en línea con el primer aspecto de la invención. El equipo de usuario recibe 2101 (de forma similar a la etapa 801 de la figura 8) una pluralidad de asignaciones de recursos para una subtrama dada y estima 2102 (de forma similar a la etapa 802 de la figura 8) la potencia de transmisión (ETP, *estimated transmit power*) que se requiere para las transmisiones de enlace ascendente en las portadoras de componente asignadas de acuerdo con las asignaciones de recursos recibidas. En una forma de realización a modo de ejemplo de la invención, la potencia de transmisión es estimada por el equipo de usuario sobre la base de las asignaciones de recursos recibidas para las unidades de datos de protocolo que se van a transmitir en la subtrama y el estado de una función de control de potencia de transmisión del equipo de usuario tal como se explica con respecto a la figura 8 en lo que antecede. Además, el equipo de usuario determina 2103, si la potencia de transmisión estimada (ETP) está superando la potencia de transmisión de UE máxima total (*MATP, total maximum UE transmit power*, o P_{CMAX}).

20 Si no se supera la potencia de transmisión de UE máxima total, el equipo de usuario no se encuentra en una situación de límite de potencia, de tal modo que no es necesario que notificación alguna de estado de potencia acerca del mismo se señalice al eNodeB. Por consiguiente, a continuación el equipo de usuario generará 804 las unidades de datos de protocolo para su transmisión en las portadoras de componente asignadas respectivas. La generación de las unidades de datos de protocolo por ejemplo se puede poner en práctica tal como se describe en la solicitud 1 o la solicitud 2. A continuación, el equipo de usuario transmite 805 las PDU de MAC al eNodeB.

35 En el caso de que la potencia de transmisión estimada supere la potencia de transmisión de UE máxima total en la etapa 2103, el equipo de usuario genera 2201, para cada portadora de componente de enlace ascendente configurada (o, como alternativa, para cada una asignada), una notificación de margen de potencia respectiva (notificación de margen de potencia por CC) y genera adicionalmente 2202, para cada portadora de componente asignada, un CE de MAC de margen de potencia por CC individual (por ejemplo, usando el formato que se muestra en la figura 7). En el caso de que no se encuentre disponible concesión de enlace ascendente alguna para una portadora de componente dada, el equipo de usuario por ejemplo puede suponer una asignación de recursos previamente definida o, como alternativa, una potencia de PUSCH previamente definida en aquellas portadoras de componente configuradas para las cuales no es aplicable asignación de recursos de enlace ascendente alguna en la subtrama dada. El margen de potencia se puede calcular usando, por ejemplo, la definición 1 o la definición 2 que se han bosquejado en lo que antecede.

40 Además, el equipo de usuario genera 2401, para cada portadora de componente asignada en el enlace ascendente, un CE de MAC de ajuste a escala de potencia por CC que está indicando el factor de ajuste a escala de potencia (por ejemplo, en dB) la del ajuste a escala de potencia que se aplica a la transmisión de la portadora de componente respectiva. A continuación, el equipo de usuario forma 2402 las PDU de MAC, los CE de MAC de margen de potencia por CC y los CE de ajuste a escala de potencia por CC. Las PDU de MAC se forman de acuerdo con las asignaciones de recursos.

50 Para la señalización, se puede definir un nuevo CE de MAC que comprende el factor de ajuste a escala de potencia (PSF, *power scaling factor*). Este CE de MAC de ajuste a escala de potencia (por CC) se podría definir de forma similar al CE de MAC de PHR en la edición 8 de LTE, tal como se muestra en la figura 33. Un nuevo ID de canal lógico (LCID, *logical channel identifier*) se podría reservar para la identificación del CE de MAC de ajuste a escala de potencia por CC.

55 El equipo de usuario lleva a cabo 2109 un ajuste a escala de potencia para reducir la potencia de transmisión a al menos una de las portadoras de componente asignadas con el fin de reducir la potencia de transmisión global para las transmisiones en las portadoras de componente asignadas por debajo de (o a un valor igual a) la potencia de transmisión de UE máxima. Las PDU de MAC incluyendo los CE de PHR por CC y los CE de MAC de ajuste a

escala de potencia por CC se transmiten a continuación 2403 en las portadoras de componente de enlace ascendente asignadas respectivas usando la potencia de transmisión reducida.

5 Obsérvese que el orden de las etapas en la figura 24 puede no representar el orden cronológico correcto de las etapas en el tiempo, debido a que algunas de las etapas pueden requerir una interacción - tal como es evidente a partir de las explicaciones en lo que antecede.

10 En una forma de realización alternativa, la cantidad de ajuste a escala de potencia se podría señalar por medio de la notificación de margen de potencia. En lugar de notificar la cantidad absoluta de ajuste a escala de potencia, el equipo de usuario notifica un margen de potencia por CC de acuerdo con la definición 1 y un margen de potencia por CC de acuerdo con la definición 2 de forma simultánea para una portadora de componente. El eNodeB puede calcular entonces la cantidad de ajuste a escala de potencia al tomar la diferencia de los dos márgenes de potencia.

15 Debido a que notifica un margen de potencia por CC de acuerdo con la definición 1 y un margen de potencia por CC de acuerdo con la definición 2 notificará los mismos valores cuando no se aplica ajuste a escala de potencia alguno, solo es útil notificar ambos márgenes de potencia si el equipo de usuario está limitado en cuanto a su potencia. Con el fin de distinguir los diferentes formatos de notificación, se puede usar un bit reservado (R) del subencabezado de PDU de MAC que se corresponde con el CE de MAC de PHR por CC. Por ejemplo, que el bit reservado se establezca (por ejemplo, 1) indica que se aplicó un ajuste a escala de potencia, que se notifica un margen de potencia por CC de acuerdo con la definición 1 (o la definición 2) junto con la cantidad absoluta de ajuste a escala de potencia, o como alternativa, un margen de potencia por CC de acuerdo con la definición 1 y un margen de potencia por CC de acuerdo con la definición 2. Que el bit reservado no se establezca (por ejemplo, 0) puede indicar que no se aplicó ajuste a escala de potencia alguno y se notifica una PHR por CC normal.

Puesta en práctica en soporte físico y en soporte lógico de la invención

25 Otra forma de realización de la invención se refiere a la puesta en práctica de las diversas formas de realización que se han descrito en lo que antecede usando soporte físico y soporte lógico. En conexión con esto, la invención proporciona un equipo de usuario (terminal móvil) y un eNodeB (estación de base). El equipo de usuario está adaptado para llevar a cabo los procedimientos que se describen en el presente documento. Además, el eNodeB comprende unos medios que habilitan al eNodeB para determinar el estado de potencia de los equipos de usuario respectivos a partir de la información de estado de potencia que se recibe a partir de los equipos de usuario y para considerar el estado de potencia de los diferentes equipos de usuario en la programación de los diferentes equipos de usuario por su programador.

30 Se reconoce adicionalmente que las diversas formas de realización de la invención se pueden poner en práctica o llevarse a cabo usando dispositivos informáticos (procesadores). Un dispositivo informático o procesador por ejemplo pueden ser procesadores de propósito general, procesadores de señales digitales (DSP, *digital signal processor*), circuitos integrados para aplicaciones específicas (ASIC, *application specific integrated circuit*), disposiciones de puertas programables en campo (FPGA, *field programmable gate array*) u otros dispositivos de lógica programable, etc. Las diversas formas de realización de la invención también se pueden llevar a cabo o materializar por medio de una combinación de estos dispositivos.

40 Además, las diversas formas de realización de la invención también se pueden poner en práctica por medio de módulos de soporte lógico, que son ejecutados por un procesador o directamente en soporte físico. También puede ser posible una combinación de módulos de soporte lógico y una puesta en práctica en soporte físico. Los módulos de soporte lógico se pueden almacenar en cualquier tipo de medio de almacenamiento legible por ordenador, por ejemplo RAM, EPROM, EEPROM, memoria flash, registros, discos duros, CD-ROM, DVD, etc.

45 Un experto en la materia apreciará que a la presente invención se le pueden hacer numerosas variaciones y / o modificaciones tal como se muestra en las formas de realización específicas, sin apartarse del alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones. Por lo tanto, a todos los respectos se ha de considerar que las presentes formas de realización son ilustrativas y no restrictivas.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de información a un eNodoB de un estado de potencia de transmisión de un equipo de usuario en un sistema de comunicación móvil usando una agregación de portadoras de componentes, en el que el procedimiento comprende las siguientes etapas llevadas a cabo por el equipo de usuario:
 - 5 generar una notificación de estado de potencia que incluye una notificación de margen de potencia y una potencia de transmisión máxima específica de portadora de componente para cada portadora de componente de enlace ascendente configurada y activada, en el que la potencia de transmisión máxima específica de portadora de componente tiene en cuenta una cantidad de reducción de potencia en la portadora de componente de enlace ascendente configurada y activada respectiva y la potencia de transmisión máxima específica de portadora de componente se genera cuando el
 - 10 equipo de usuario tiene una asignación de recursos para la portadora de componente de enlace ascendente configurada y activada, y transmitir la notificación de estado de potencia al eNodoB.
 2. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la transmisión de la notificación de estado de potencia se desencadena por la activación de una portadora de componente de enlace ascendente configurada.
 3. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que la notificación de estado de potencia tiene en cuenta una potencia de canal de control de enlace ascendente físico, PUCCH, transmitida en la misma subtrama.
 4. El procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que, en el caso de que la notificación de margen de potencia a transmitir para una portadora de componente de enlace ascendente configurada y activada
 - 20 para la cual no hay asignación de recursos disponible en la subtrama dada, el equipo de usuario genera la notificación de estado de potencia a partir de la portadora de componente en base a una concesión de enlace ascendente previamente definida o, de forma respectiva, una potencia de canal compartido de enlace ascendente físico, PUSCH, previamente definida.
 5. El procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la notificación de margen de potencia y la potencia de transmisión máxima específica de portadora de componente de cada portadora de componente configurada se incluyen en un único elemento de control de MAC, control de acceso a medios, que se usa para una notificación de margen de potencia múltiple con un mapa de bits, en el que un bit establecido en una determinada posición del mapa de bits indica que hay un campo de notificación de margen de potencia para la portadora de componente asociada que se incluye en el elemento de control de MAC.
 6. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, en el que el elemento de control de MAC para una notificación de margen de potencia múltiple incluye adicionalmente unos indicadores que indican, respectivamente, la presencia de la potencia de transmisión máxima específica de la portadora de componente asociada para la notificación de margen de potencia correspondiente.
 7. El procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la potencia de transmisión máxima específica de portadora de componente es una $P_{cmáx,c}$.
 8. Un equipo de usuario para informar a un eNodoB de un estado de potencia de transmisión del equipo de usuario en un sistema de comunicación móvil usando una agregación de portadoras de componentes, en el que el equipo de usuario comprende
 - 40 un procesador configurado para generar una notificación de estado de potencia que incluye una notificación de margen de potencia y una potencia de transmisión máxima específica de portadora de componente para cada portadora de componente de enlace ascendente configurada y activada, en el que la potencia de transmisión máxima específica de portadora de componente tiene en cuenta una cantidad de reducción de potencia en la portadora de componente de enlace ascendente configurada y activada respectiva y el procesador está configurado para generar la potencia de transmisión máxima específica de portadora de componente cuando el equipo de usuario tiene una asignación de recursos para la portadora de componente de enlace ascendente configurada y activada, y
 - 45 un transmisor configurado para transmitir la notificación de estado de potencia al eNodoB.
 9. El equipo de usuario de acuerdo con la reivindicación 8, en el que la transmisión de la notificación de estado de potencia se desencadena por la activación de una portadora de componente de enlace ascendente configurada.
 10. El equipo de usuario de acuerdo con la reivindicación 8 o 9, en el que la notificación de estado de potencia tiene en cuenta una potencia de canal de control de enlace ascendente físico, PUCCH, transmitida en la misma subtrama.
 11. El equipo de usuario de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 a 10, en el que, en el caso de que la notificación de margen de potencia a transmitir para una portadora de componente de enlace ascendente configurada y activada para la cual no hay asignación de recursos disponible en la subtrama dada, el procesador
 - 55 está configurado para generar la notificación de estado de potencia a partir de la portadora de componente en base

a una concesión de enlace ascendente previamente definida o, respectivamente, una potencia de canal compartido de enlace ascendente físico, PUSCH, previamente definida.

5 12. El equipo de usuario de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 a 11, en el que el procesador está configurado para incluir la notificación de margen de potencia y la potencia de transmisión máxima específica de portadora de componente de cada portadora de componente configurada en un único elemento de control de MAC, control de acceso a medios, que se usa para una notificación de margen múltiple con un mapa de bits, en el que un bit establecido en una determinada posición del mapa de bits indica que hay un campo de notificación de margen de potencia para la portadora de componente asociada que se incluye en el elemento de control de MAC.

10 13. El equipo de usuario de acuerdo con la reivindicación 12, en el que el elemento de control de MAC para una notificación de margen de potencia múltiple incluye adicionalmente un indicador que indica, respectivamente, la presencia de la potencia de transmisión máxima específica de la portadora de componente asociada para la notificación de margen de potencia correspondiente.

14. El equipo de usuario de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 a 13, en el que la potencia de transmisión máxima específica de portadora de componente es una $P_{cmáx,c}$.

15

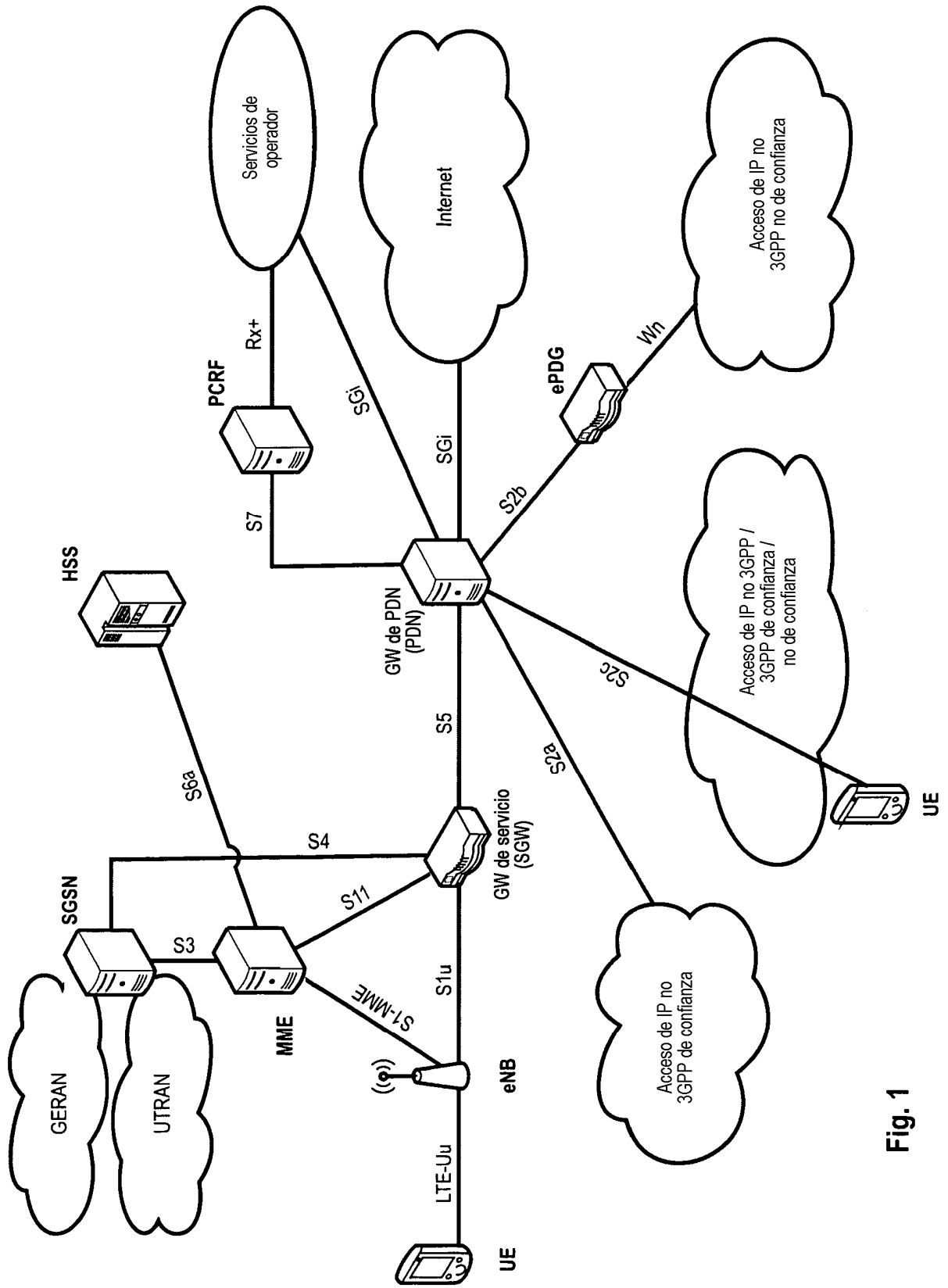


Fig. 1

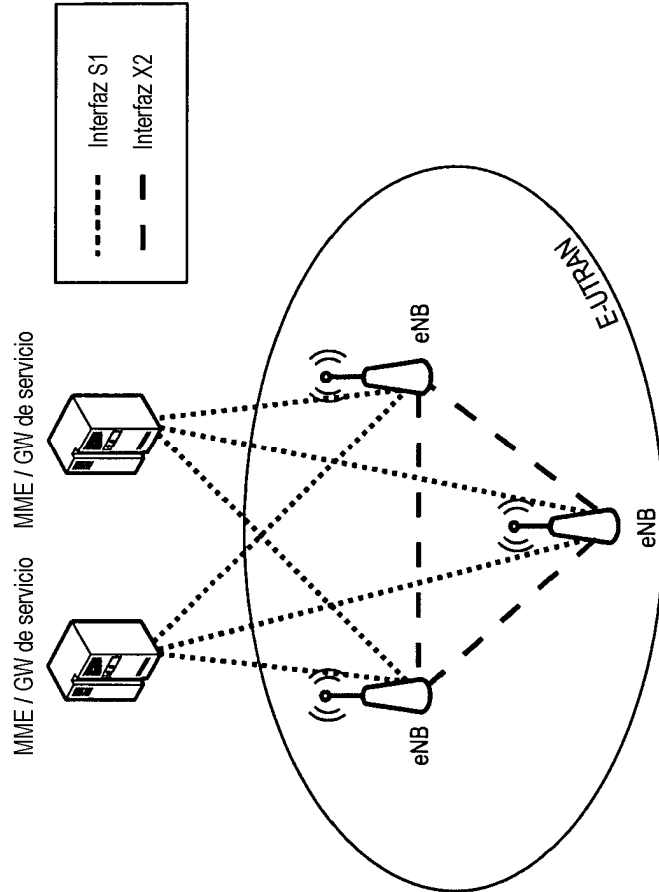


Fig. 2

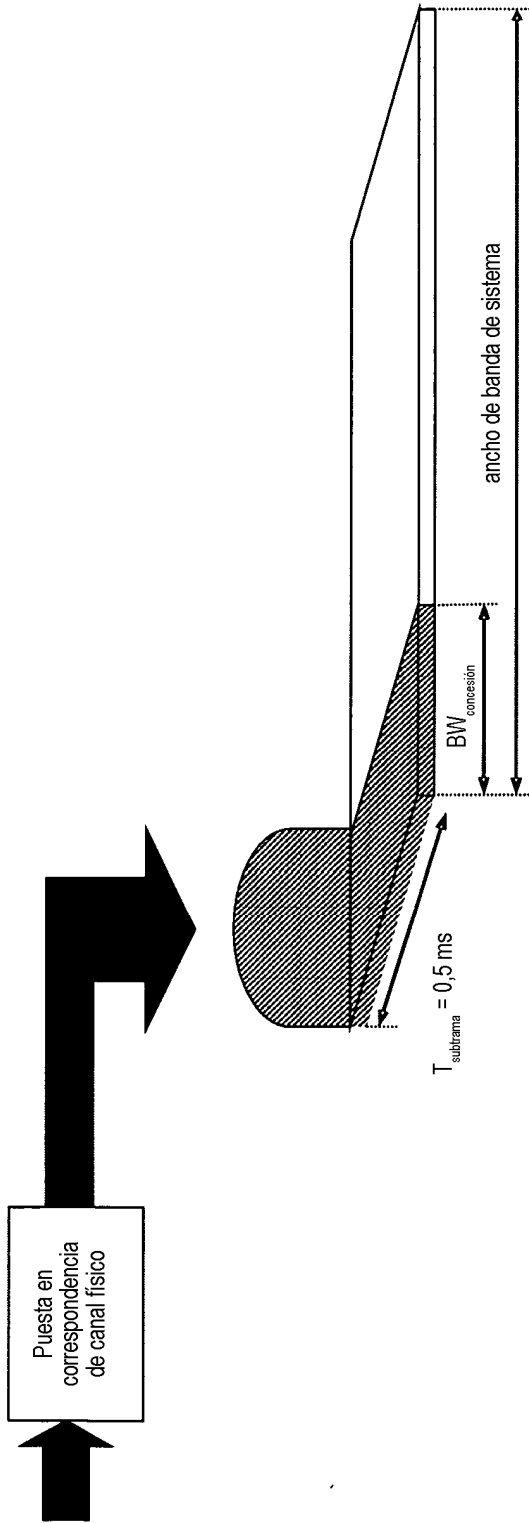


Fig. 3

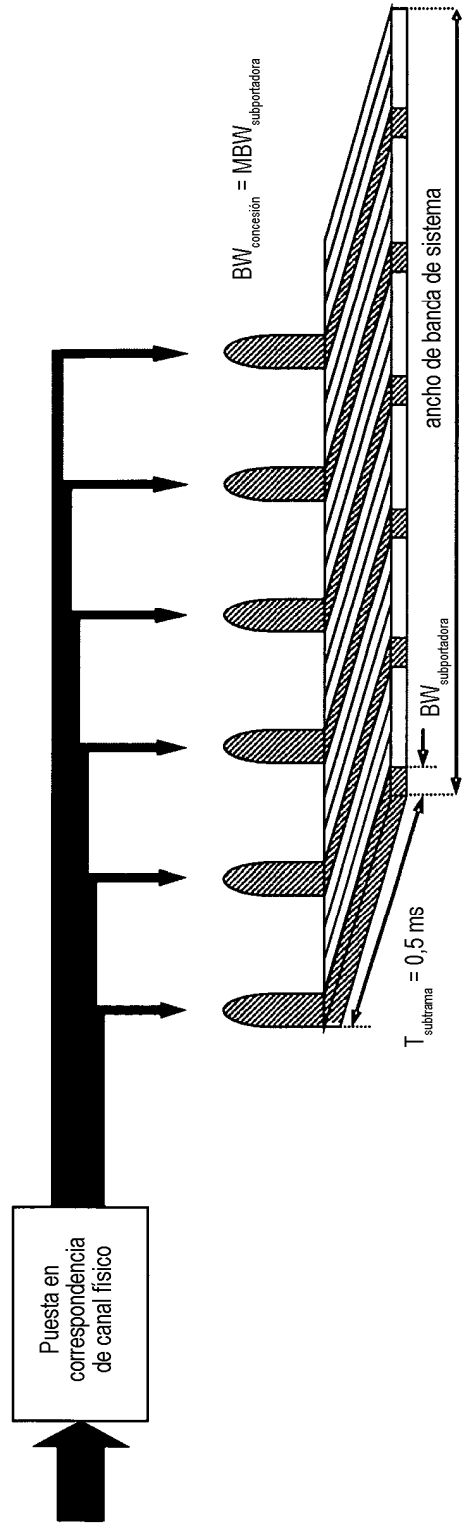


Fig. 4

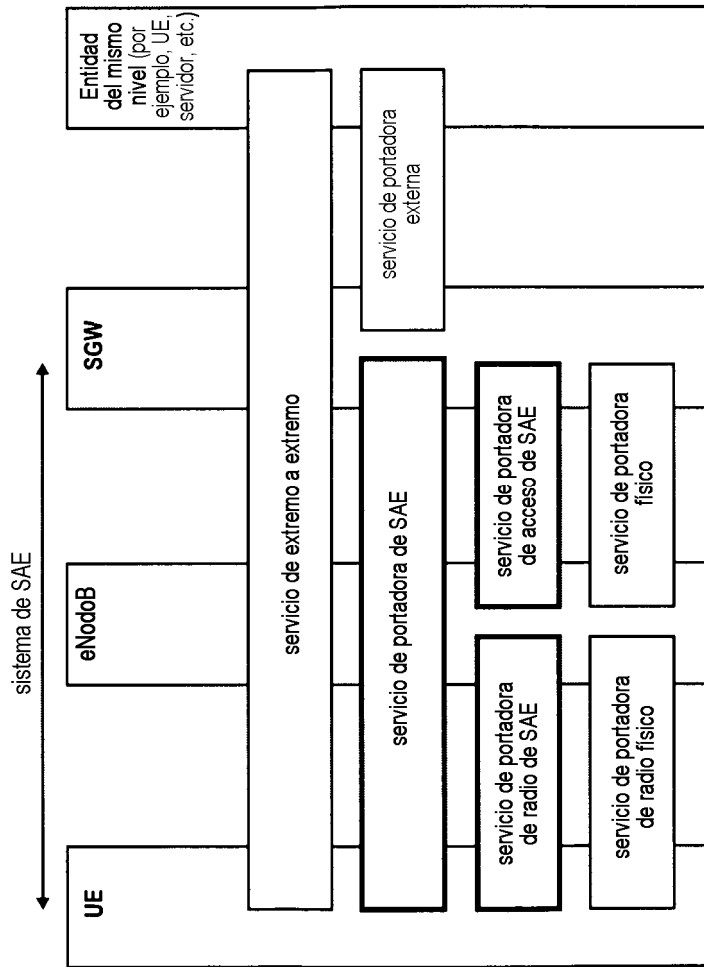


Fig. 5

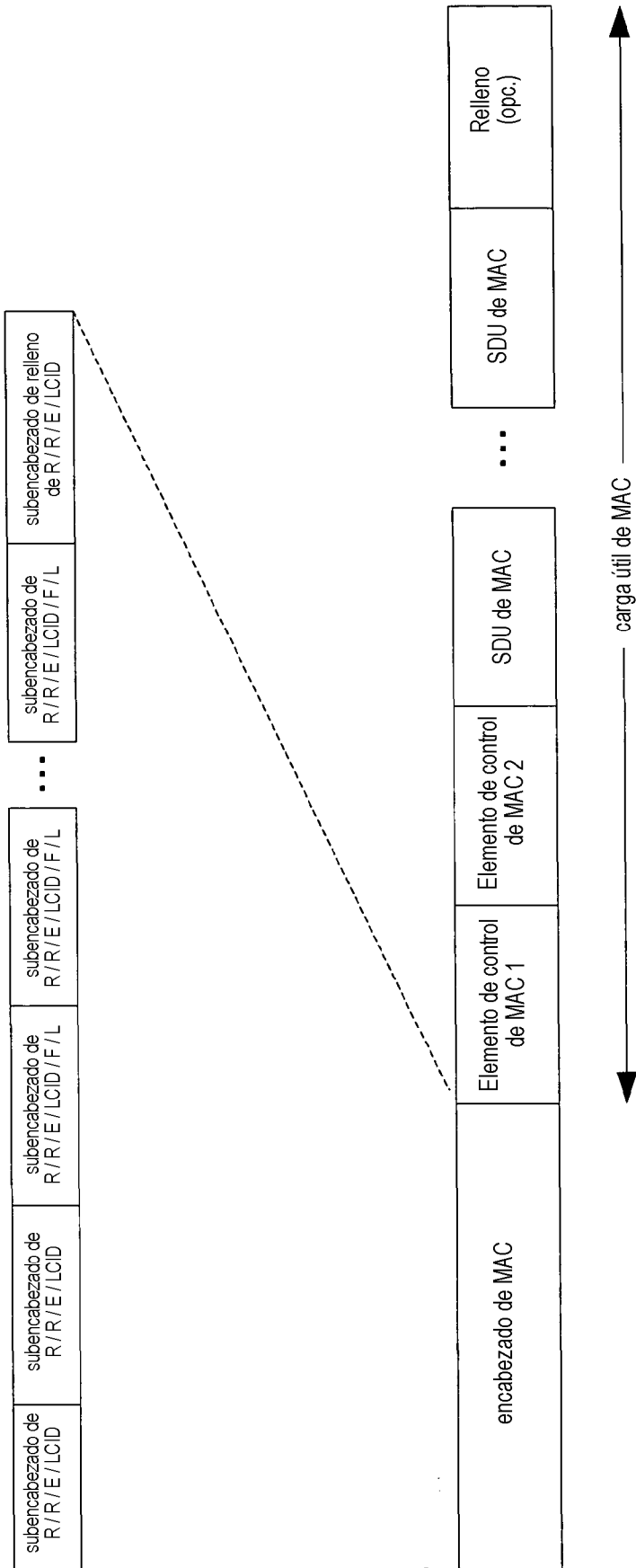


Fig. 6

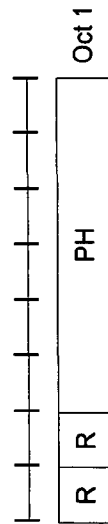


Fig. 7

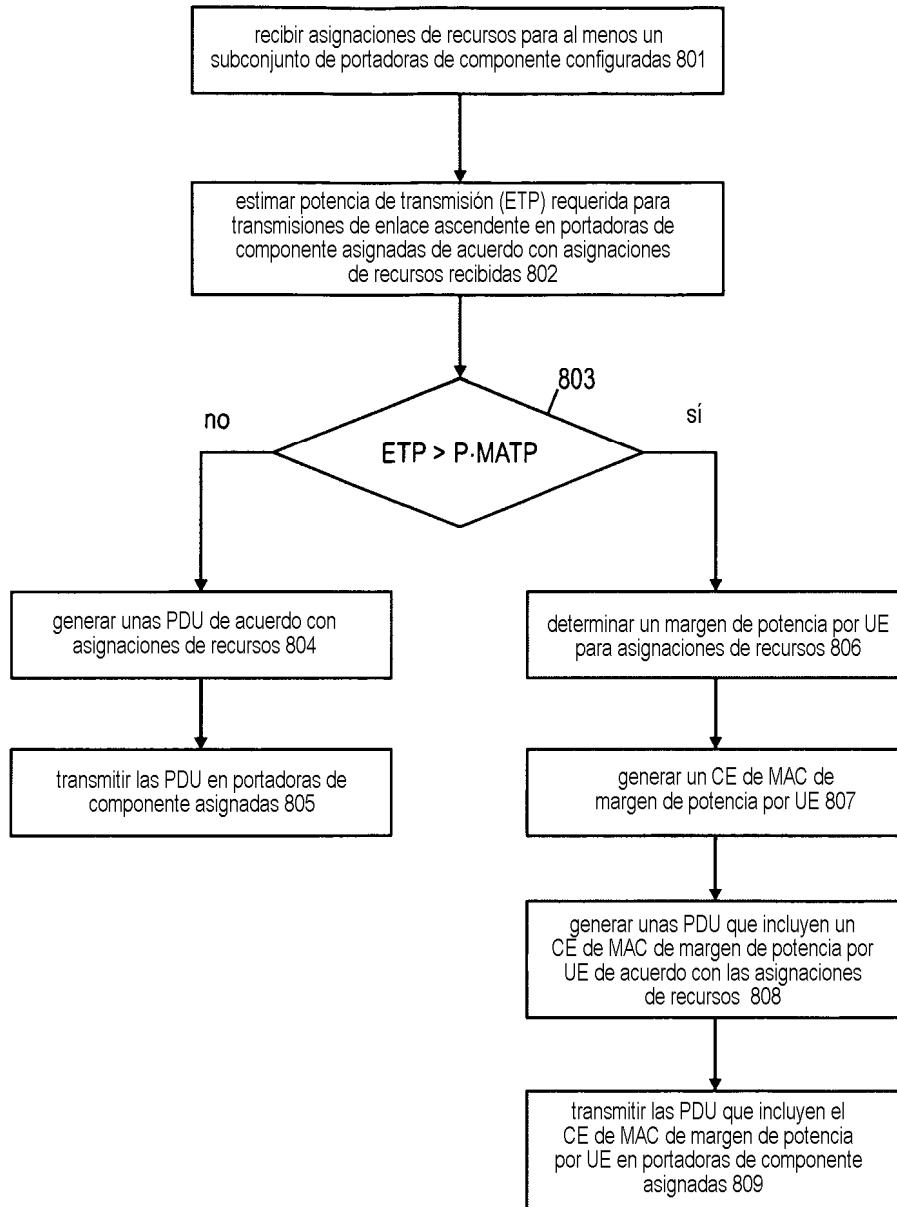


Fig. 8

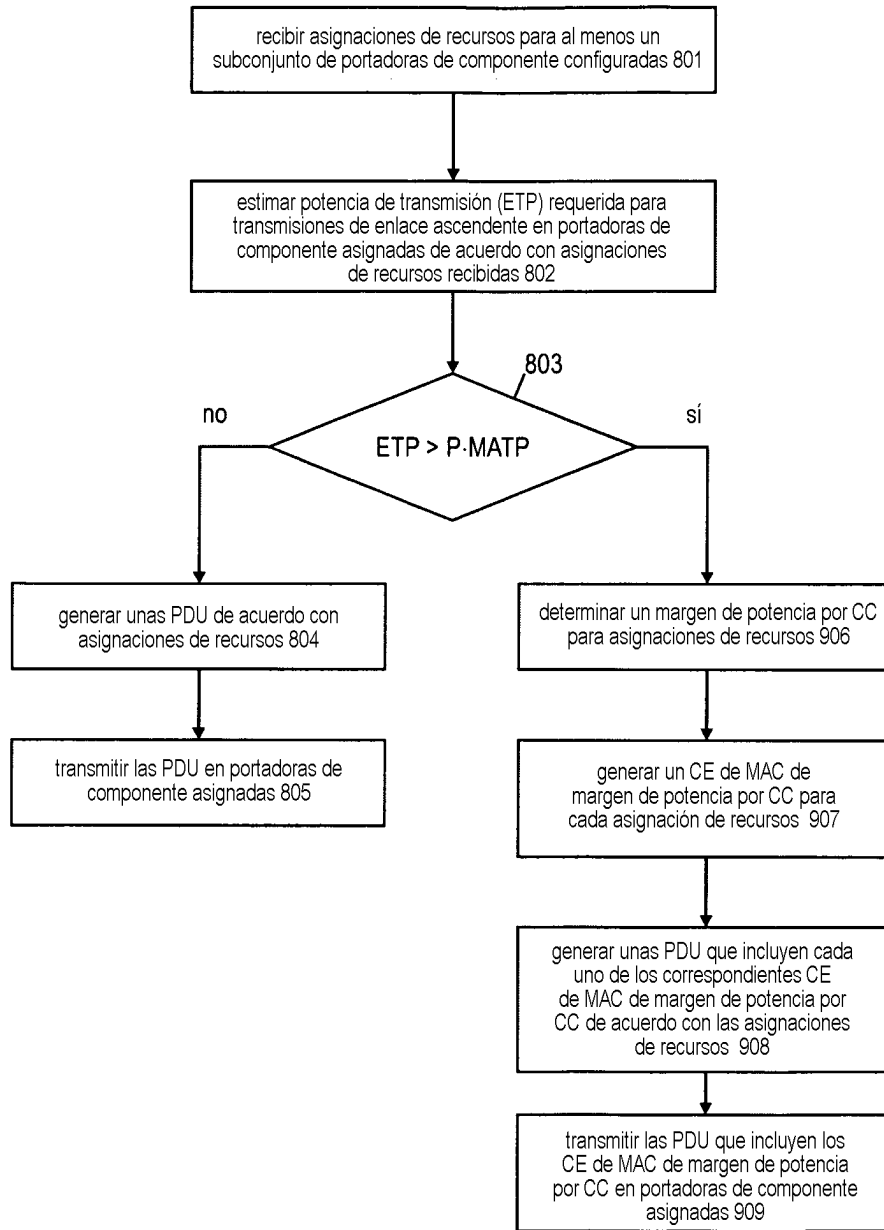


Fig. 9

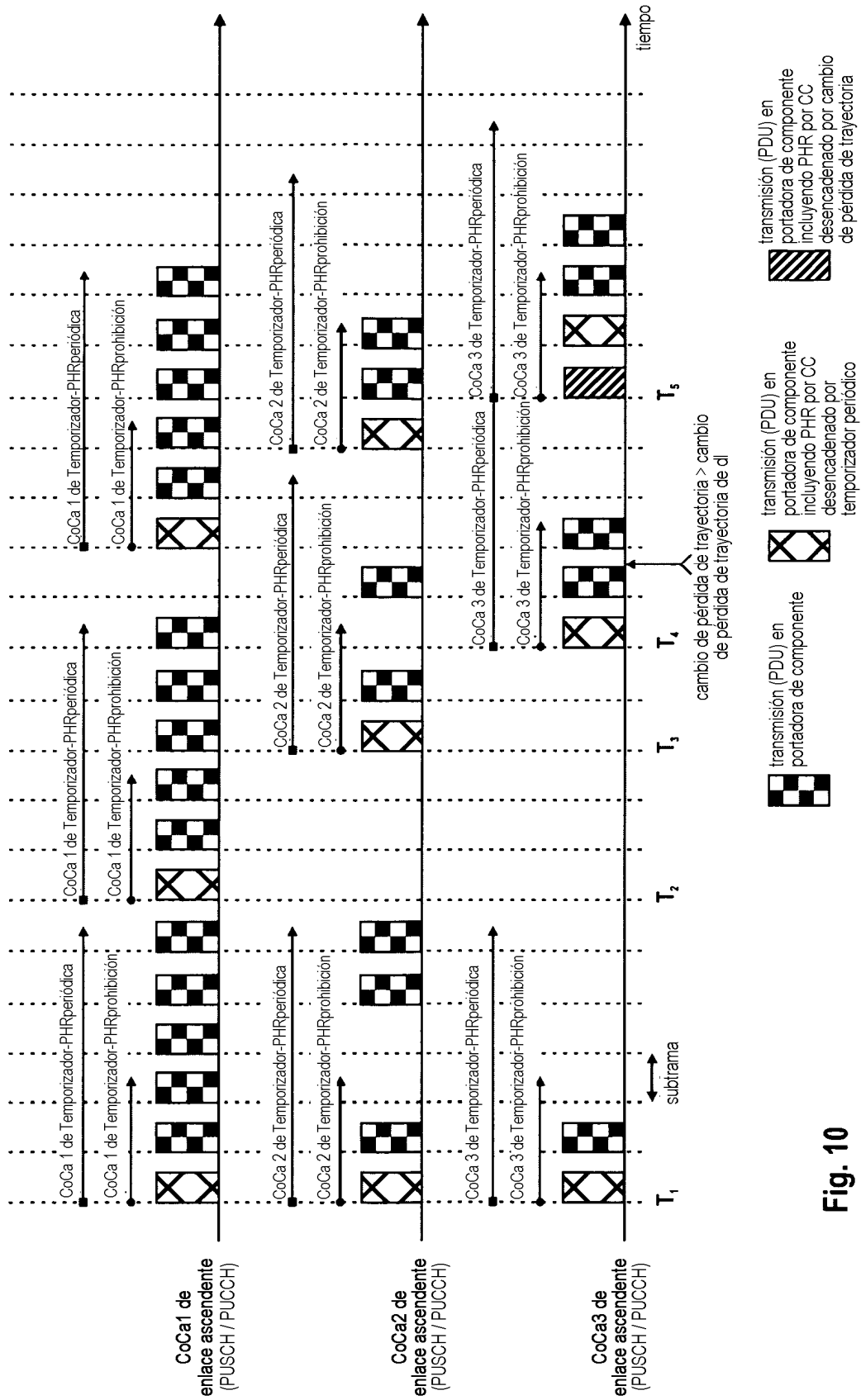


Fig. 10

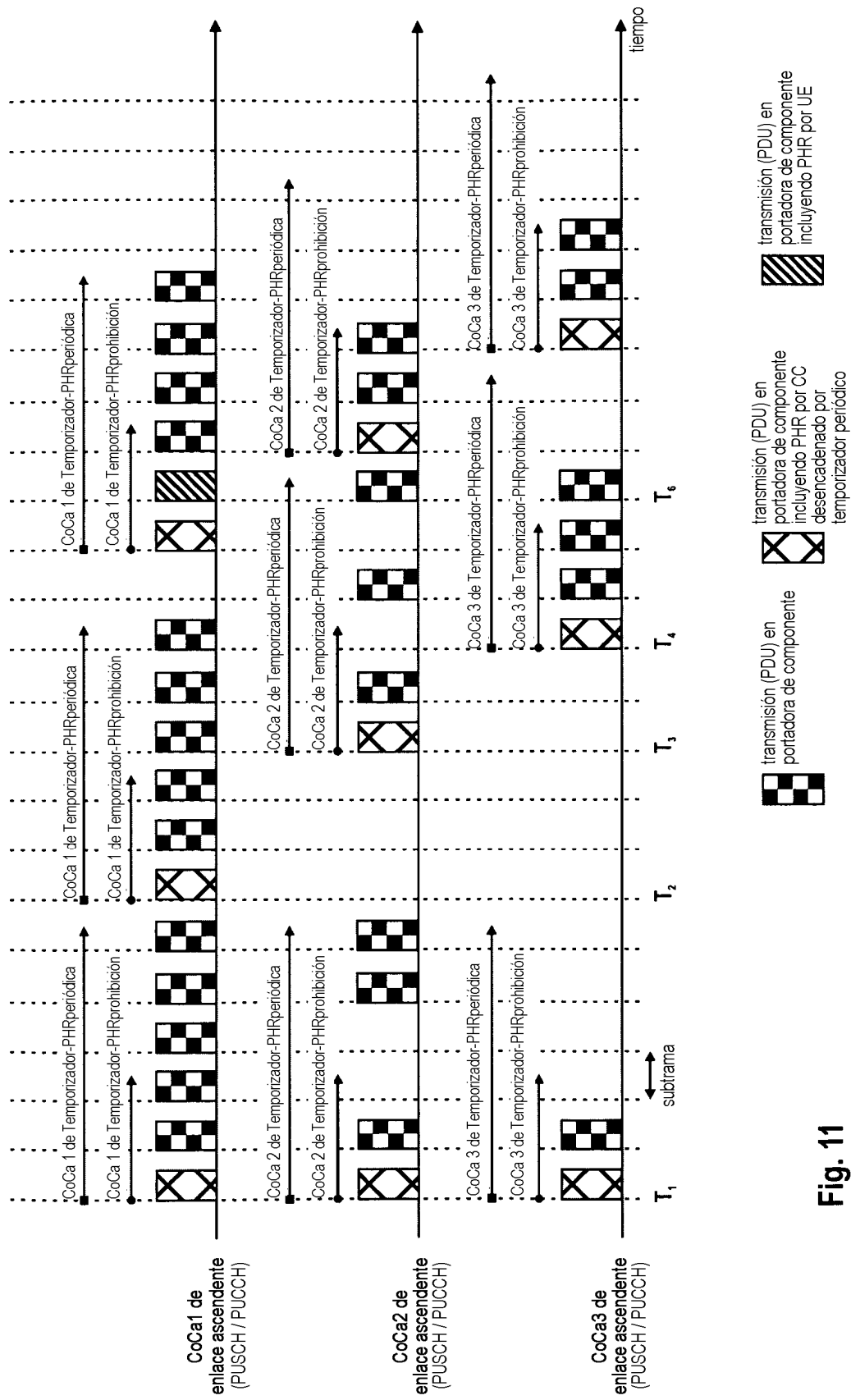


Fig. 11

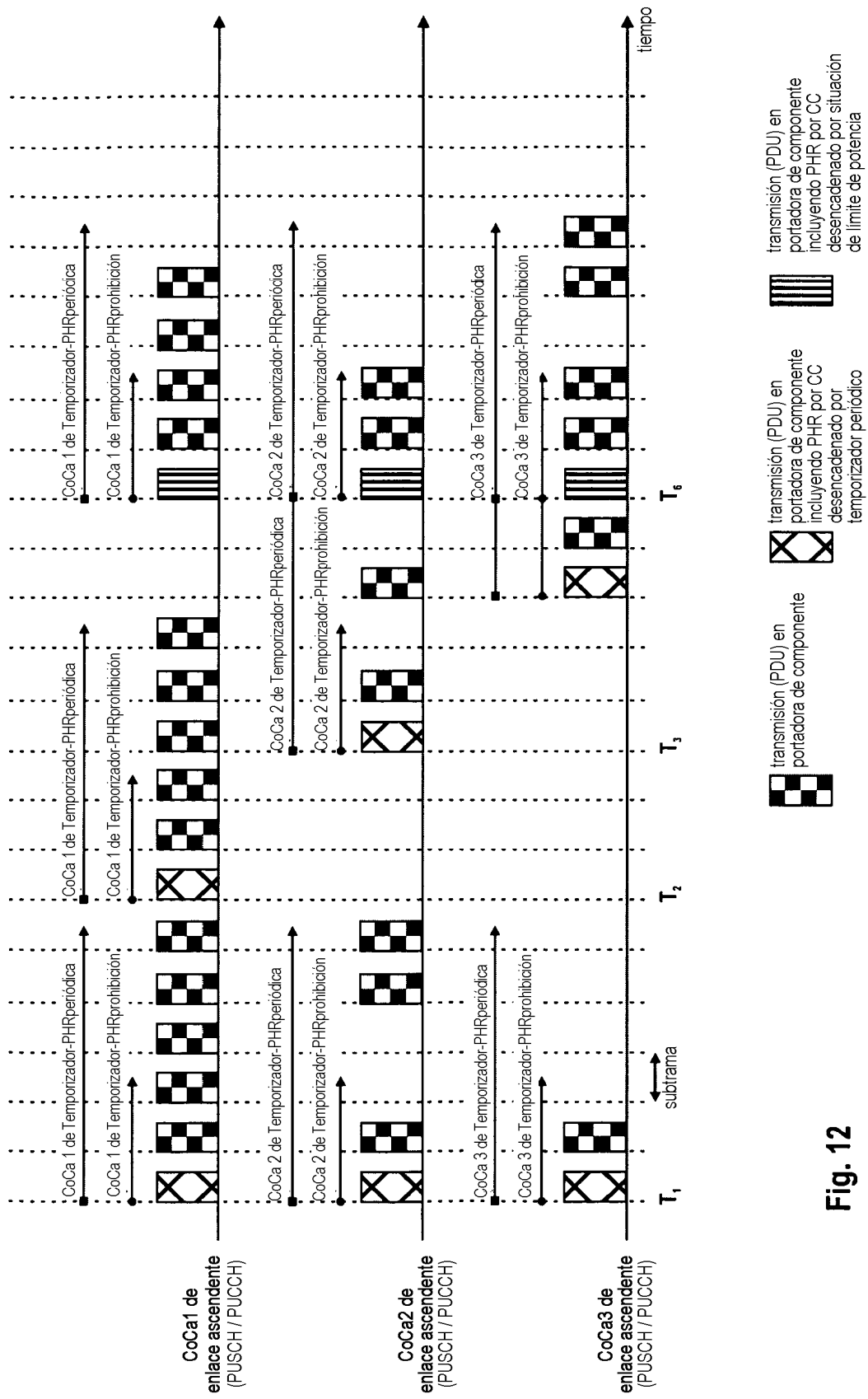


Fig. 12

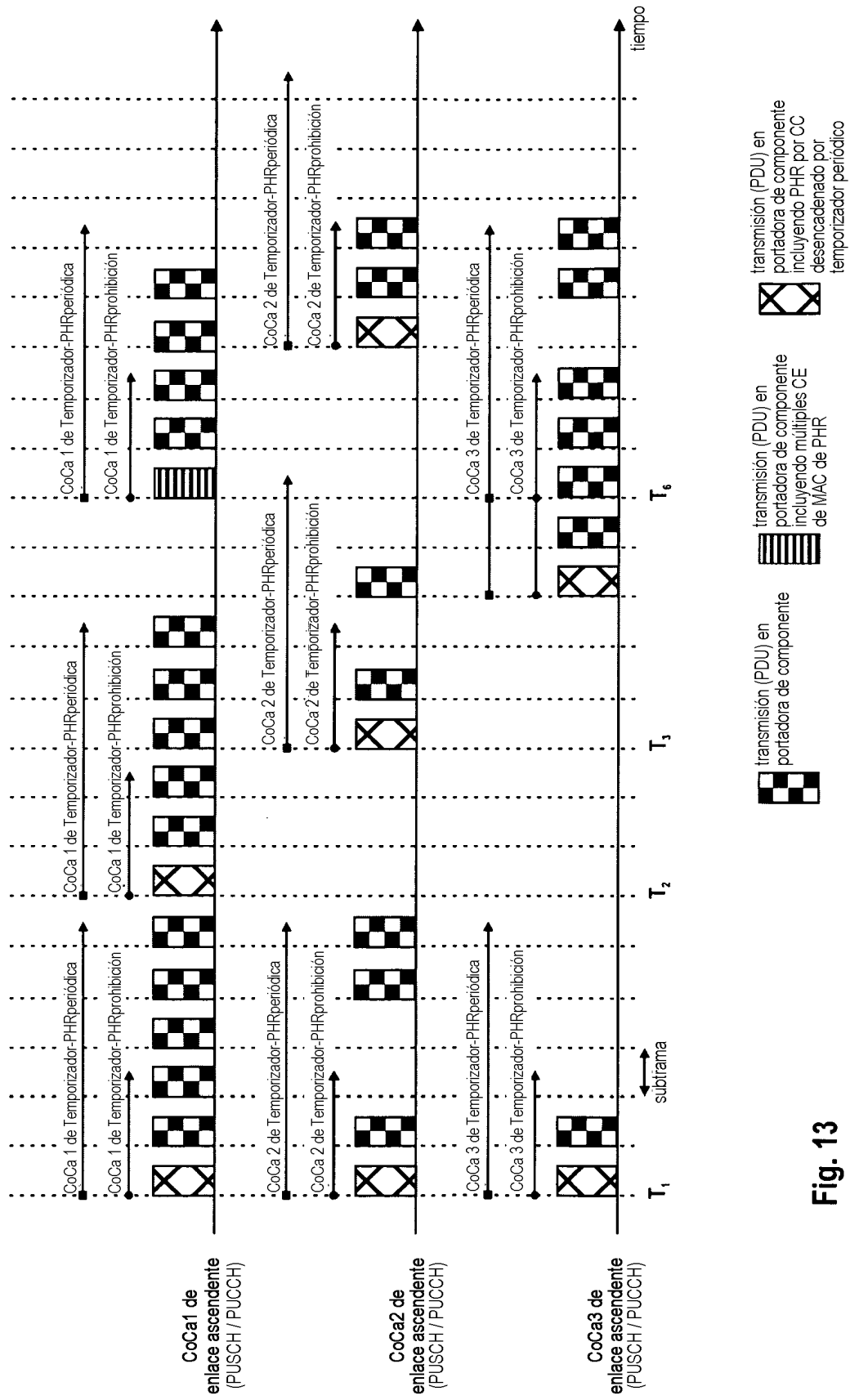


Fig. 13

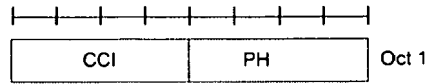


Fig. 14

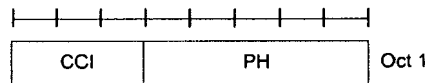


Fig. 15

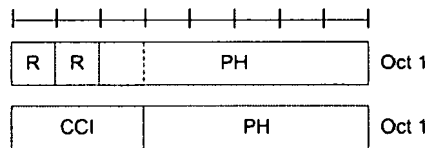


Fig. 16

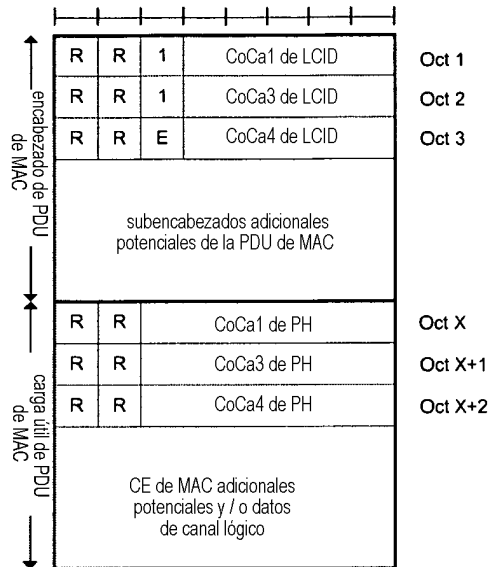


Fig. 17

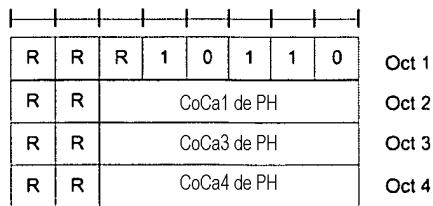


Fig. 18

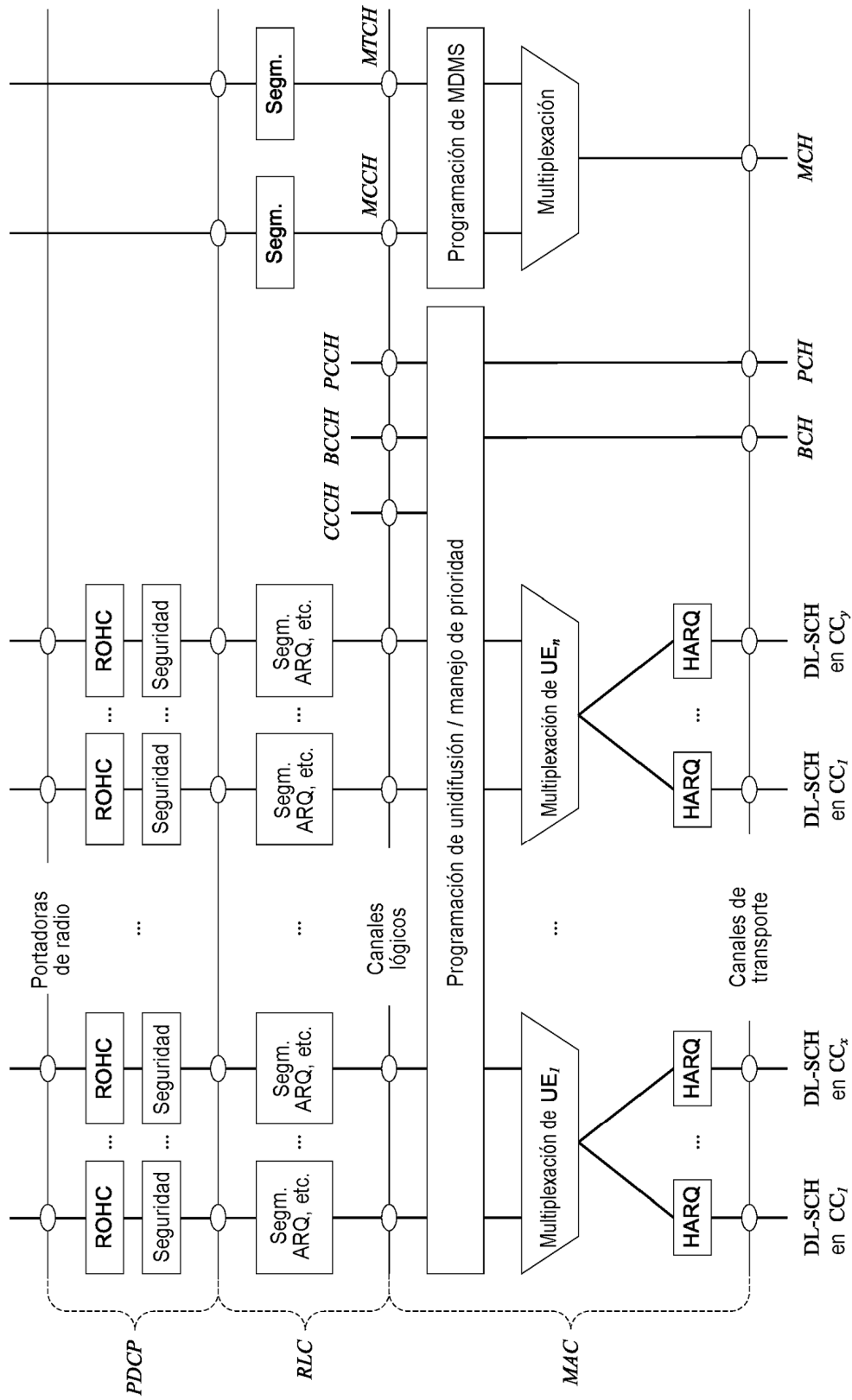


Fig. 19

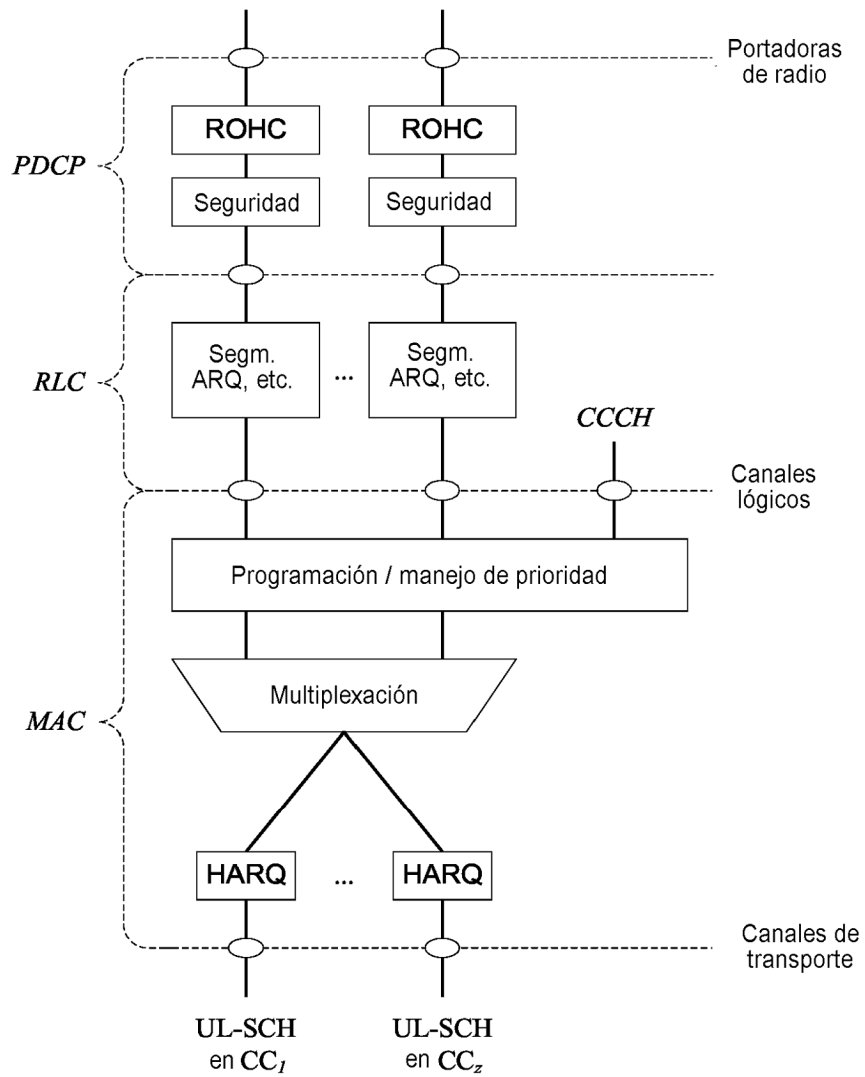


Fig. 20

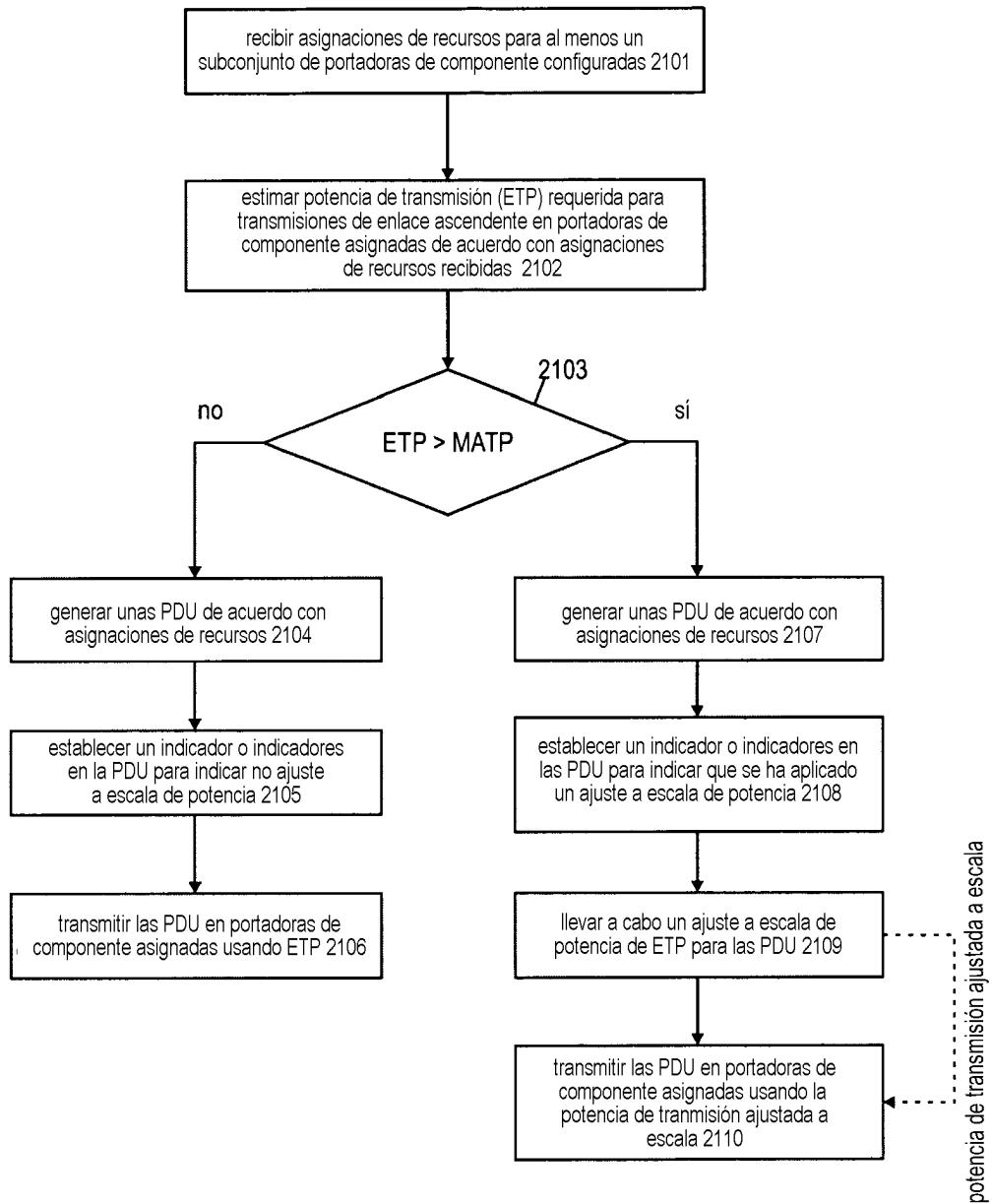


Fig. 21

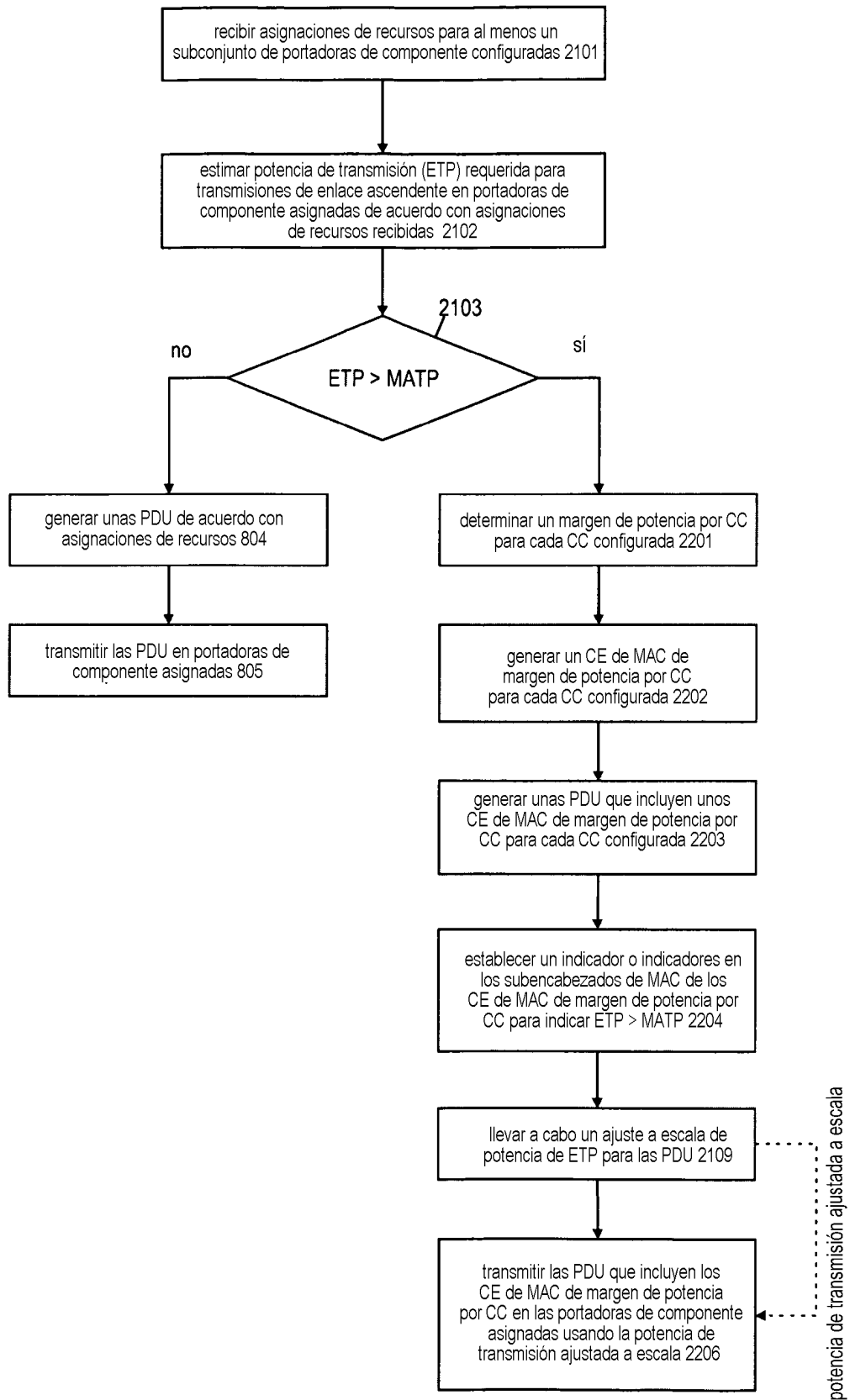


Fig. 22

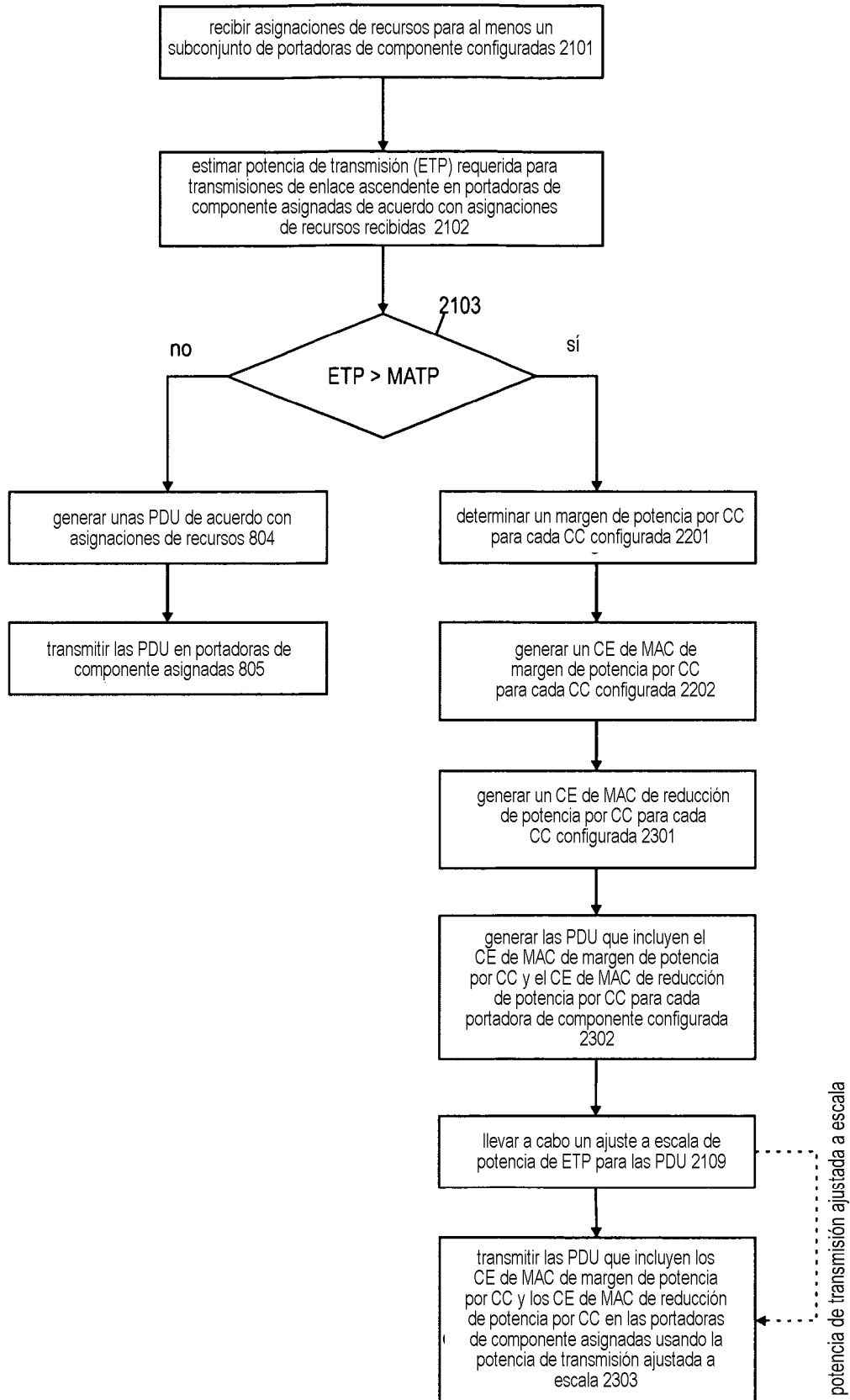


Fig. 23

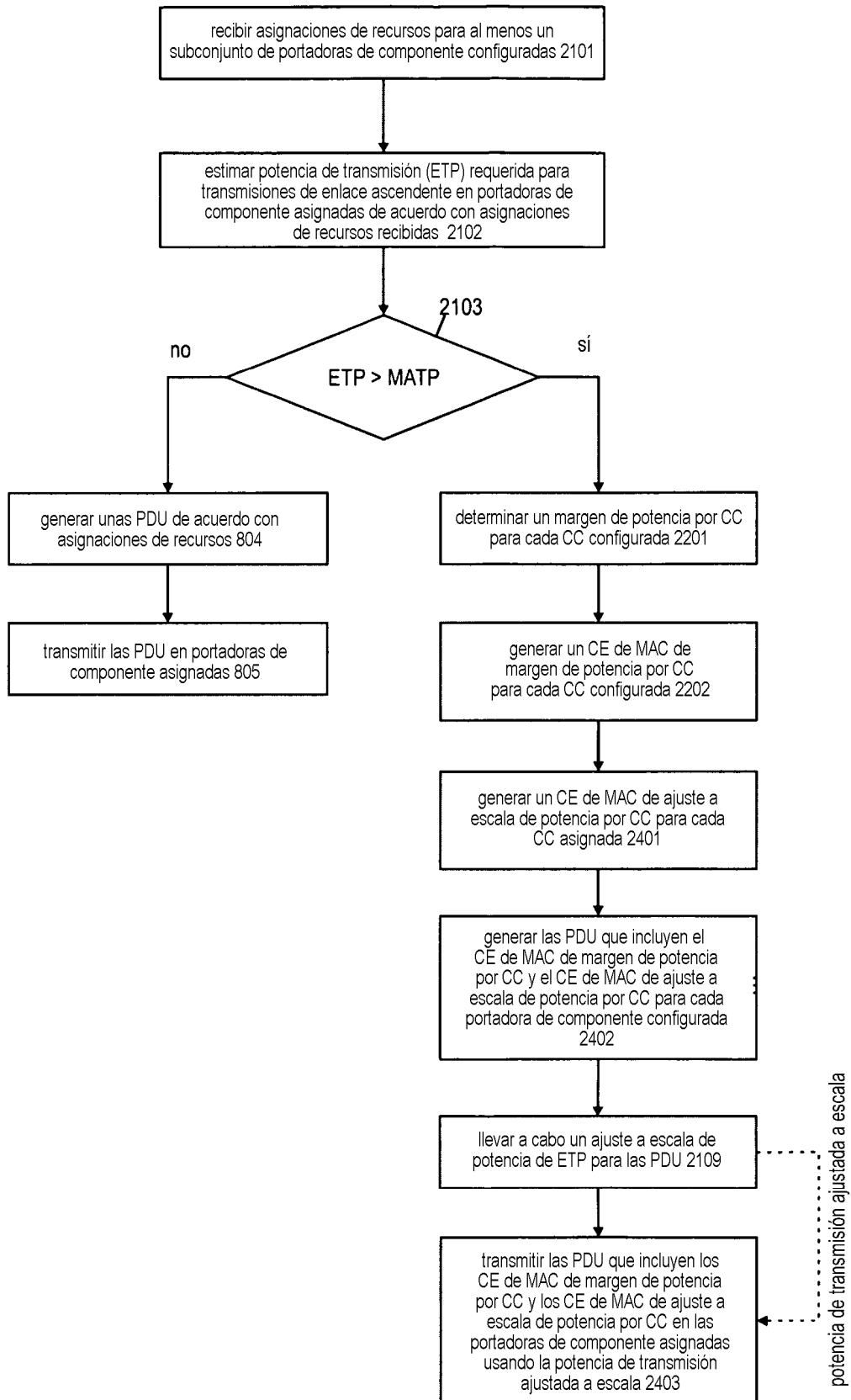


Fig. 24

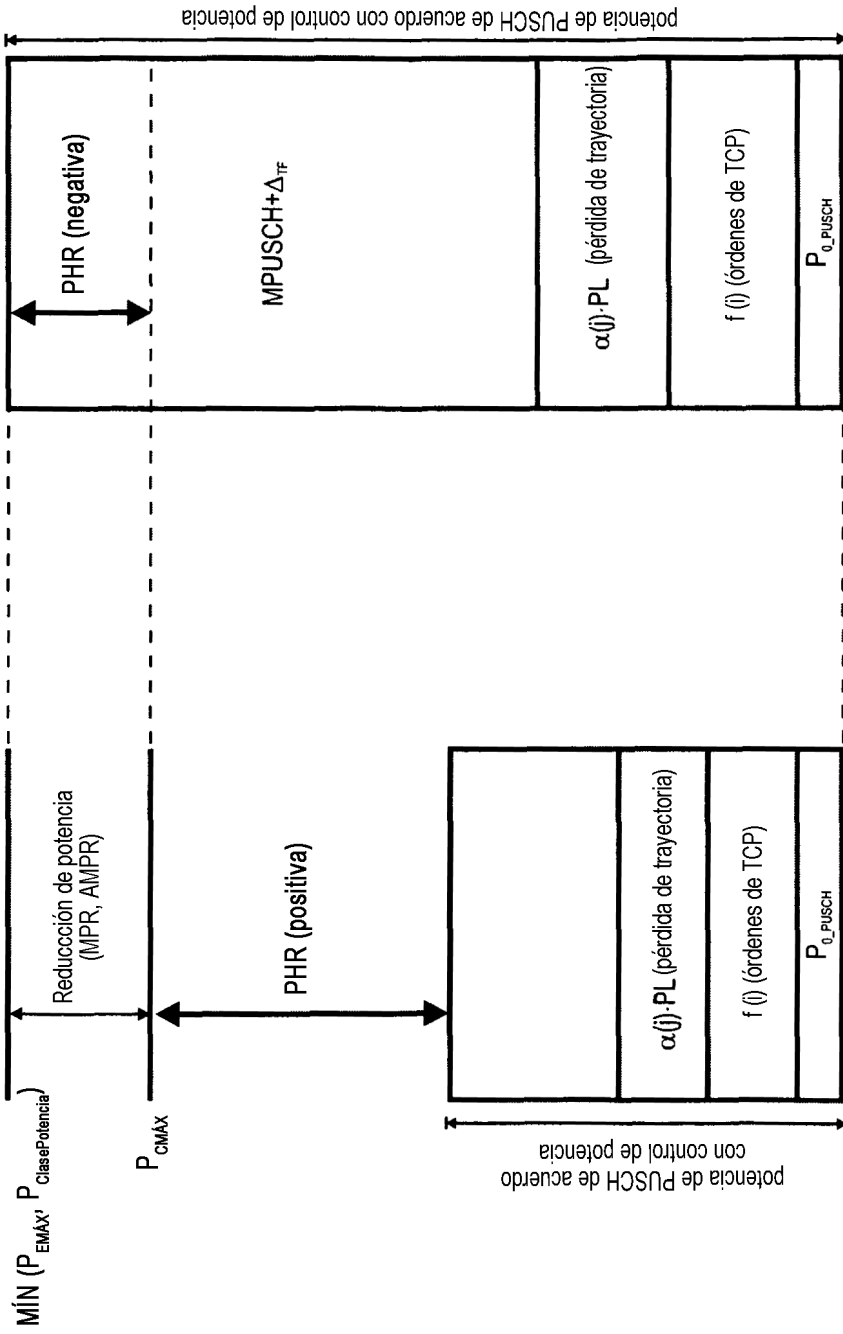


Fig. 25

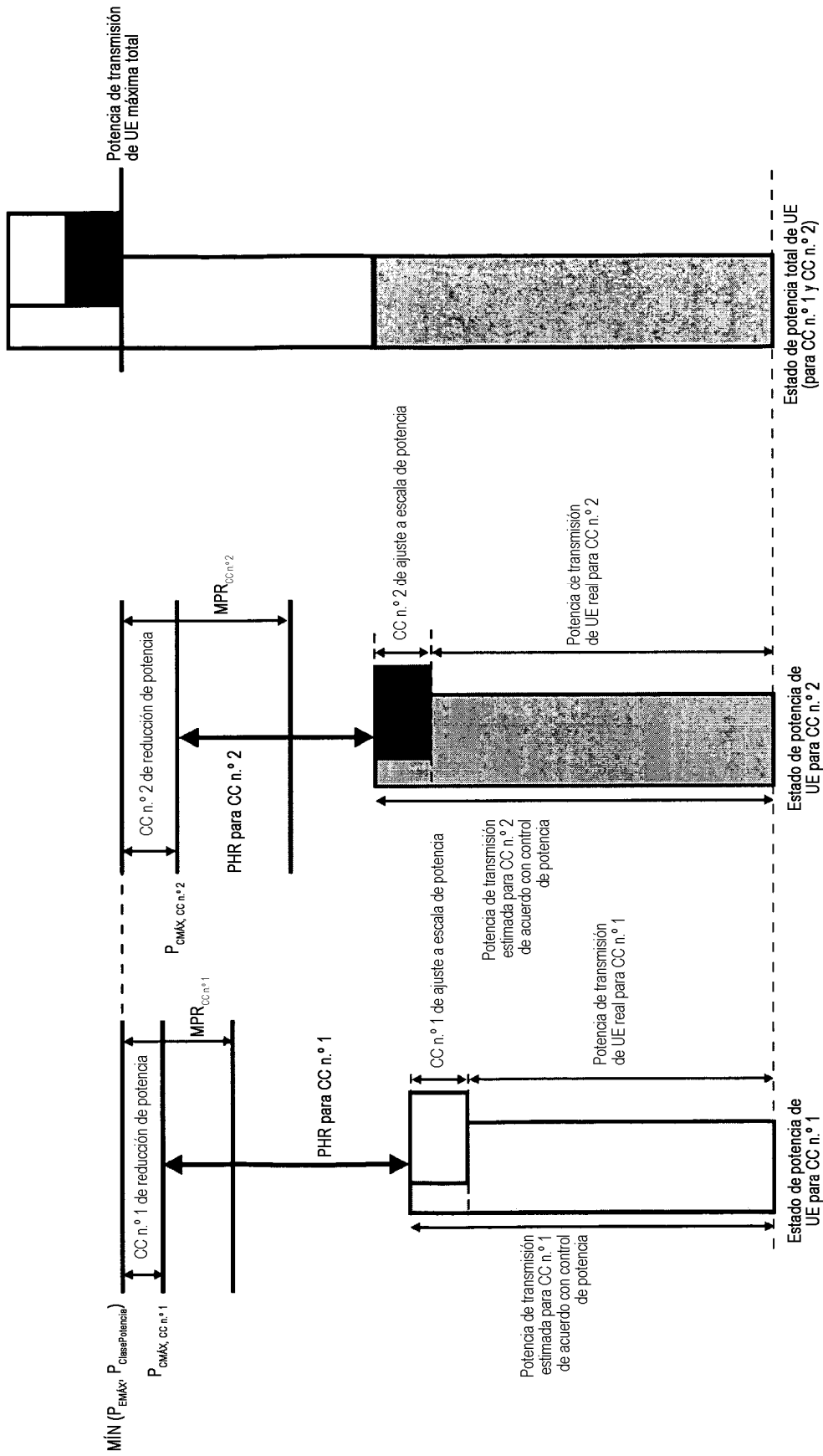


Fig. 26

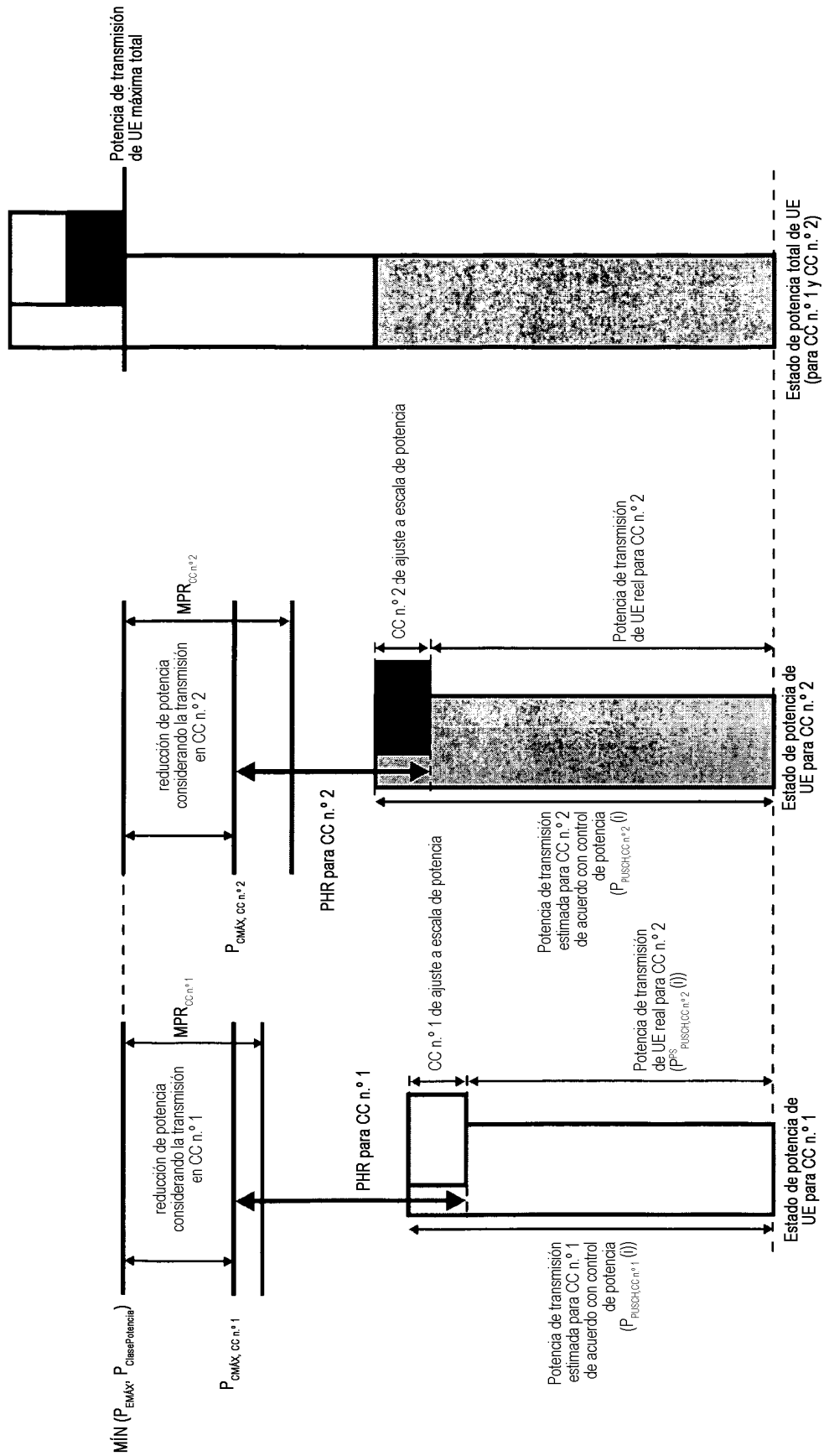


Fig. 27

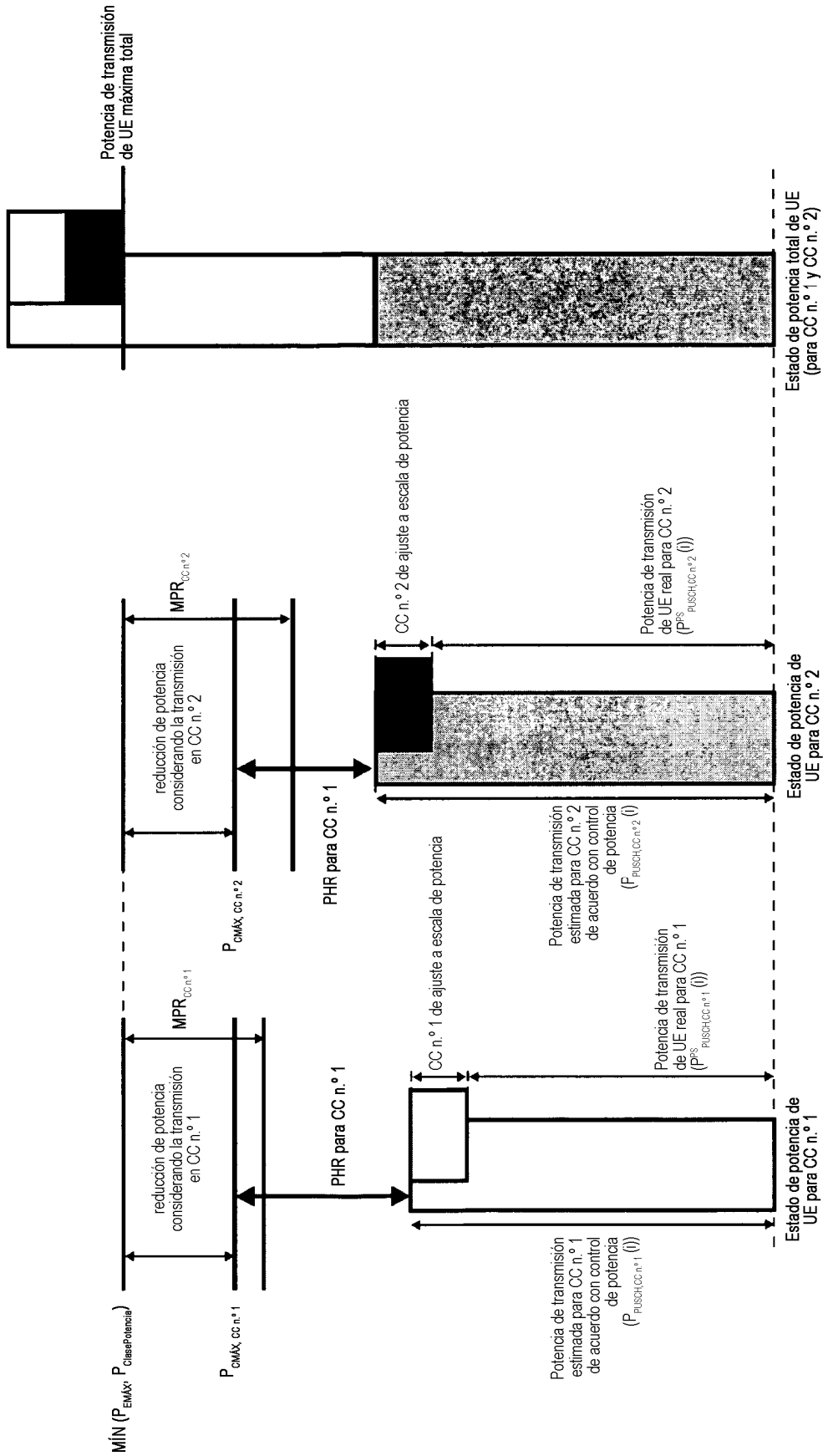


Fig. 28

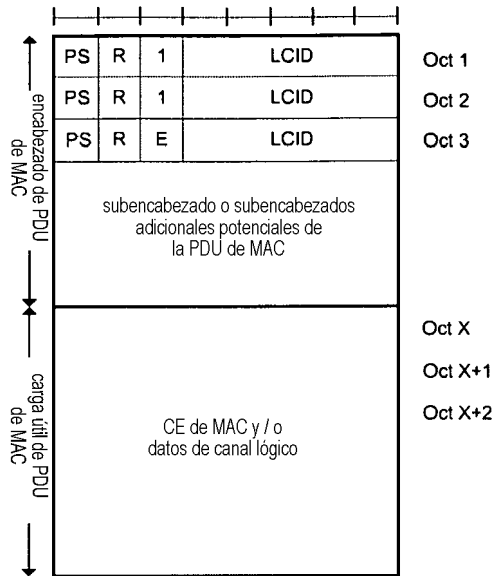


Fig. 29

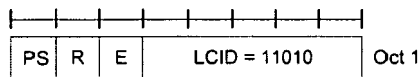


Fig. 30

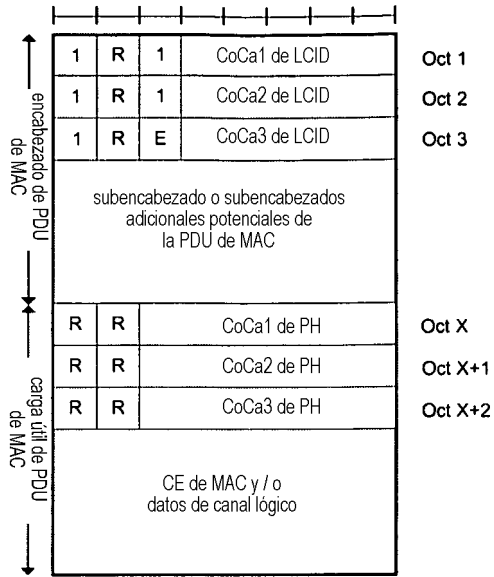


Fig. 31

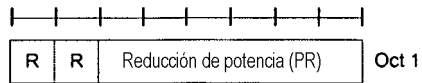


Fig. 32

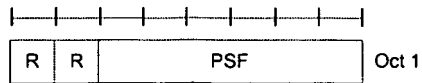


Fig. 33