

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 635 048**

51 Int. Cl.:

H04W 72/04 (2009.01)

H04W 76/04 (2009.01)

H04W 88/02 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.12.2013 PCT/EP2013/075499**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.09.2014 WO14146736**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.12.2013 E 13801555 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.05.2017 EP 2976923**

54 Título: **Comportamiento de UE determinista para notificación de CSI / SRS durante DRX**

30 Prioridad:

20.03.2013 EP 13160199

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

02.10.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**LOEHR, JOACHIM;
SUZUKI, HIDETOSHI y
BASU MALLICK, PRATEEK**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 635 048 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

Comportamiento de UE determinista para notificación de CSI / SRS durante DRX

Campo de la invención

5 La invención se refiere a procedimientos de transmisión de notificaciones de calidad de canal y / o símbolos de referencia de sondeo de una estación móvil a una estación base. La invención también proporciona la estación móvil y la estación base para realizar los procedimientos que se describen en el presente documento.

Antecedentes de la técnica

Evolución a largo plazo (LTE)

10 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.

15 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.

20 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 20.0 MHz, con el fin de lograr la implementación de un sistema flexible usando un espectro dado. En el enlace descendente, se adoptó el acceso por radio sobre la base de la Multiplexión 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

40 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 Calidad de Servicio de enlace ascendente (QoS, *Quality of Service*) 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 UE 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 es también responsable de la elección de la SGW para un equipo de usuario en la unión inicial y en el momento de la transmisión intra-LTE que implica la recolocación de nodos de Red Medular (CN, *Core Network*). La misma 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 es también responsable de la generación y la asignación de las identidades temporales a los equipos de usuario. Esta comprueba la autorización del UE 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 es también 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.

Estructura de portadoras de componente en LTE (Edición 8)

La portadora de componente de enlace descendente de una LTE de 3GPP (Edición 8) está subdividida en el dominio de tiempo - frecuencia en las así denominadas sub-tramas. En la LTE de 3GPP (Edición 8), cada subtrama se divide en dos intervalos de enlace descendente, tal como se muestra en la figura 3, en la que el primer intervalo de enlace descendente comprende la región del canal de control (región de PDCCH) dentro de los primeros símbolos de OFDM. Cada sub-trama consiste en un número dado de símbolos de OFDM en el dominio del tiempo (12 o 14 símbolos de OFDM en la LTE de 3GPP (Edición 8)), en donde cada símbolo de OFDM se extiende sobre todo el ancho de banda de la portadora de componente. De ese modo, cada uno de los símbolos de OFDM consiste en un número de símbolos de modulación que se transmiten en las respectivas $N_{RB}^{DL} \times N_{sc}^{RB}$ sub-portadoras, como también se muestra en la figura 4. Suponiendo que un sistema de comunicación de múltiples portadoras, por ejemplo, que empleara OFDM, como por ejemplo se usa en la Evolución a Largo Plazo (LTE, *Long Term Evolution*) de 3GPP, la unidad más pequeña de los recursos que pueden ser asignados por el programador es un "bloque de recursos". Un bloque de recursos físicos (PRB, *physical resource block*) se define como N_{simb}^{DL} símbolos de OFDM consecutivos en el dominio del tiempo (por ejemplo, 7 símbolos de OFDM) y N_{sc}^{RB} subportadoras consecutivas en el dominio de la frecuencia tal como se ejemplifica en la figura 4 (por ejemplo, 12 subportadoras para una portadora de componente). En la LTE de 3GPP (Edición 8), un bloque de recursos físicos consiste, por lo tanto, en $N_{simb}^{DL} \times N_{sc}^{RB}$ elementos de recursos, que se corresponden con un intervalo en el dominio del tiempo y con 180 kHz en el dominio de la frecuencia (para más detalles acerca de la malla de recursos de enlace descendente, véase por ejemplo la norma TS 36.211 de 3GPP, "*Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Channels and Modulation (Release 8)*" ("*Acceso por Radio Terrestre Universal Evolucionado (E-UTRA); Canales físicos y Modulación (Edición 8)*"), sección 6.2, disponible en <http://www.3gpp.org>. Una subtrama consiste en dos intervalos, de tal modo que hay 14 símbolos de OFDM en una subtrama cuando se usa un CP (*cyclic prefix*, prefijo cíclico) así denominado "normal", y 12 símbolos de OFDM en una subtrama cuando se usa un CP así denominado "ampliado". En aras de la terminología, en lo sucesivo, los recursos de tiempo - frecuencia equivalentes a las mismas N_{sc}^{RB} subportadoras consecutivas que abarcan una subtrama completa se denominan "par de bloques de recursos", o el equivalente "par de RB" o "par de PRB".

La expresión "portadora de componente" se refiere a una combinación de varios bloques de recursos en el dominio de la frecuencia. En futuras ediciones de LTE, la expresión "portadora de componente" ya no se usa; en su lugar, la terminología se cambia a "célula", que se refiere a una combinación de recursos de enlace descendente y, de forma opcional, de enlace ascendente. La vinculación entre la frecuencia de portadora de los recursos de enlace descendente y la frecuencia de portadora de los recursos de enlace ascendente está indicada en la información de sistema que se transmite en los recursos de enlace descendente.

Suposiciones similares para la estructura de portadoras de componente también son de aplicación a ediciones posteriores.

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

El espectro de frecuencia para IMT-avanzada se decidió en la Conferencia Mundial de Comunicación por Radio de 2007 (CMR-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 para 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.

El ancho de banda que el sistema de LTE-Avanzada es capaz de soportar es de 100 MHz, mientras que un sistema de LTE puede soportar solo 20 MHz. Hoy en día, la carencia de espectro de radio se ha convertido en un cuello de botella del desarrollo de las redes inalámbricas y, como resultado, es difícil encontrar una banda de espectro que sea lo bastante amplia para el sistema de LTE Avanzada. En consecuencia, es urgente encontrar una manera de obtener una banda de espectro de radio más amplia, en la que una posible respuesta es la funcionalidad de agregación de portadoras.

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. Varias células en el sistema de LTE se agregan para dar un canal más ancho en el sistema de LTE avanzada que es lo bastante ancho para 100 MHz, incluso a pesar de que estas células en la LTE están en diferentes bandas de frecuencia.

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. Se puede usar un mecanismo existente (por ejemplo, una prohibición) para evitar que los equipos de usuario de la Edición 8 / 9 acampen en una portadora de componente.

Un equipo de usuario puede recibir o transmitir de forma simultánea una o múltiples portadoras de componente (que se corresponden con múltiples células de servicio) 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 células de servicio, mientras que un equipo de usuario de la Edición 8 / 9 de LTE puede recibir y transmitir solo en una única célula de servicio, 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 LTE de 3GPP (Edición 8 / 9).

Es posible configurar un equipo de usuario compatible con LTE-A de 3GPP (Edición 10) para agregar un número diferente de portadoras de componente procedentes del mismo eNodoB (estación base) 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 UE. Por el contrario, el número de portadoras de enlace ascendente que se pueden configurar depende de la capacidad de agregación de enlace ascendente del UE. Puede que no sea posible configurar un terminal móvil con más portadoras de componente de enlace ascendente que portadoras de componente de enlace descendente.

En una implementación 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 eNodoB no necesitan proporcionar la misma cobertura.

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 LTE de 3GPP (Edición 8 / 9) y, al mismo tiempo, preservar la ortogonalidad de las sub-portadoras 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 sub-portadoras no usadas entre portadoras de componente contiguas.

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 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 mapear en la misma portadora de componente.

La estructura de la capa 2 con la agregación de portadoras activada se muestra en la figura 5 y la figura 6 para el

enlace descendente y el enlace ascendente, de forma respectiva.

5 Cuando se configura la agregación de portadoras, el terminal móvil 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 estado conectado. Dentro del conjunto configurado de portadoras de componente, se hace referencia a otras células como Células Secundarias (SCell); siendo las portadoras de la SCell la portadora de componente secundaria de enlace descendente (SCC de DL) y la portadora de componente secundaria de enlace ascendente (SCC de UL). Las características de la PCell de enlace descendente y de enlace ascendente son:

- 15 - Para cada SCell, el uso de recursos de enlace ascendente por el UE, además de los de enlace descendente, es configurable; el número de los SCC de DL configurados es, por lo tanto, siempre mayor o igual que el número de los SCC de UL y ninguna SCell se puede configurar solo para el uso de los recursos de enlace ascendente
- 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, a diferencia de las SCell
- Desde la perspectiva del UE, cada recurso de enlace ascendente solo pertenece a una célula de servicio
- 20 - El número de células de servicio que se pueden configurar depende de la capacidad de agregación del UE
- 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 (es decir, con un procedimiento de cambio de clave de seguridad y de RACH)
- 25 - La información de Estrato de No Acceso se toma de la Pcell de enlace descendente
- La Pcell solo se puede cambiar con un procedimiento de transferencia (es decir, con un procedimiento de cambio de clave de seguridad y de RACH)
- La Pcell se usa para la transmisión de PUCCH

30 La configuración y la reconfiguración de portadoras de componente se pueden realizar mediante RRC. La activación y la desactivación se realizan a través de elementos de control de MAC. En la transferencia intra-LTE, RRC también puede añadir, eliminar o reconfigurar las SCell para el uso en la célula objetivo. Cuando se añade una nueva SCell, la señalización de RRC dedicada se usa para el envío de la información de sistema de la SCell, siendo la información necesaria para la transmisión / recepción (de forma similar a como es para la transferencia en la Edición 8 / 9).

35 Cuando un equipo de usuario está configurado con agregación de portadoras, hay un par de portadoras de componente de enlace ascendente y de enlace descendente que se encuentran siempre activas. También se podría hacer referencia a la portadora de componente de enlace descendente de ese par como 'portadora de ancla de DL'. Lo mismo también es de aplicación para el enlace ascendente.

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 estará en curso, como máximo, un procedimiento de acceso aleatorio. La programación de portadora cruzada permite que el PDCCH 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 DCI, que se denomina CIF.

45 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 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 de 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.

50 Estados de RRC de LTE

LTE se basa solo en dos estados principales: "RRC_IDLE" y "RRC_CONNECTED". En RRC_IDLE, la radio no está activa, pero una ID es asignada y rastreada por la red. Más en concreto, un terminal móvil en RRC_IDLE realiza la

selección de células y la reelección - dicho de otra forma, el mismo decide en qué célula acampar. El proceso de (re)selección de células tiene en cuenta la prioridad de cada frecuencia aplicable de cada Tecnología de Acceso de Radio (RAT, *Radio Access Technology*) aplicable, la calidad del enlace de radio y el estado de la célula (es decir, si una célula está restringida o reservada). Un terminal móvil en RRC_IDLE supervisa un canal de radiobúsqueda para detectar las llamadas entrantes, y también adquiere información de sistema. La información de sistema consiste principalmente en unos parámetros por los cuales la red (E-UTRAN) puede controlar el proceso de (re)selección de la célula. RRC especifica la señalización de control aplicable para un terminal móvil en RRC_IDLE, en concreto la información de radiobúsqueda y de sistema. El comportamiento del terminal móvil en RRC_IDLE se especifica en la norma TS 36.304. En RRC_CONNECTED, el terminal móvil tiene una conexión de RCC establecida con contextos en el eNodeB. La E-UTRAN asigna recursos de radio al terminal móvil para facilitar la transferencia de datos (unidifusión) a través de los canales de datos compartidos. Para soportar esta operación, el terminal móvil supervisa un canal de control asociado que se usa para indicar la asignación dinámica de los recursos de transmisión compartidos en el tiempo y en la frecuencia. El terminal móvil proporciona a la red unos informes de su estado de memoria intermedia y de la calidad del canal de enlace descendente, así como información de medición de células vecinas para permitir a E-UTRAN seleccionar la célula más adecuada para el terminal móvil. Estos informes de medición incluyen células que usan otras frecuencias o RAT. El UE también recibe información de sistema, que consiste principalmente en una información necesaria para usar los canales de transmisión. Para ampliar la vida útil de la batería, un UE en RRC_CONNECTED puede estar configurado con un ciclo de Recepción Discontinua (DRX, *Discontinuous Reception*). RRC es el protocolo mediante el cual la E-UTRAN controla el comportamiento del UE en RRC_CONNECTED.

La figura 7 muestra un diagrama de estados con una visión de conjunto de las funciones relevantes que son realizadas por el terminal móvil en el estado de REPOSO y CONECTADO.

Canales lógico y de transporte

La capa de MAC proporciona un servicio de transferencia de datos para la capa de RLC a través de canales lógicos. Los canales lógicos son o bien unos Canales Lógicos de Control que transportan datos de control tales como la señalización de RRC, o bien unos Canales Lógicos de Tráfico que transportan datos del plano de usuario. El Canal de Control de Difusión (BCCH, *Broadcast Control Channel*), el Canal de Control de Radiobúsqueda (PCCH, *Paging Control channel*), el Canal de Control Común (CCCH, *Common Control Channel*), el Canal de Control de Multidifusión (MCCH, *Multicast Control Channel*) y el Canal de Control Dedicado (DCCH, *Dedicated Control Channel*) son Canales Lógicos de Control. El Canal de Tráfico Dedicado (DTCH, *Dedicated Traffic channel*) y el Canal de Tráfico de Multidifusión (MTCH, *Multicast Traffic Channel*) son Canales Lógicos de Tráfico.

Los datos de la capa de MAC se intercambian con la capa física a través de Canales de Transporte. Los datos se multiplexan en canales de transporte dependiendo de cómo que se transmiten por el aire. Los Canales de Transporte se clasifican como de enlace descendente o enlace ascendente de la siguiente manera. El Canal de Difusión (BCH, *Broadcast Channel*), el Canal Compartido de Enlace Descendente (DL-SCH, *Downlink Shared Channel*), el Canal de Radiobúsqueda (PCH, *Paging Channel*) y el Canal de Multidifusión (MCH, *Multicast Channel*) son canales de transporte de enlace descendente, mientras que el Canal Compartido de Enlace Ascendente (UL-SCH, *Uplink Shared Channel*) y el Canal de Acceso Aleatorio (RACH, *Random Access Channel*) son canales de transporte de enlace ascendente.

A continuación se realiza la multiplexación entre los canales lógicos y los canales de transporte en el enlace descendente y el enlace ascendente, de forma respectiva.

Señalización de Control de Capa 1 / Capa 2 (L1 / L2)

Con el fin de informar a los usuarios programados acerca de su estado de asignación, su formato de transporte y otra información relacionada con los datos (por ejemplo, información de HARQ, comandos de control de potencia de transmisión (TPC, *transmit power control*)), la señalización de control de L1 / L2 se transmite en el enlace descendente junto con los datos. La señalización de control de L1 / L2 se multiplexa con los datos de enlace descendente en una sub-trama, suponiendo que la asignación de usuario puede cambiar de sub-trama a sub-trama. Cabe señalar que la asignación de usuario también se podría realizar en función de un TTI (Intervalo de Tiempo de Transmisión, *Transmission Time Interval*), en el que la longitud de TTI puede ser un múltiplo de las sub-tramas. La longitud de TTI puede estar fijada en un área de servicio para todos los usuarios, puede ser diferente para diferentes usuarios, o incluso puede ser dinámica para cada usuario. En general, la señalización de control de L1 / L2 solo necesita ser transmitida una vez por TTI. Sin pérdida de generalidad, lo sucesivo supone que un TTI es equivalente a una subtrama.

La señalización de control de L1 / L2 se transmite en el Canal de Control de Enlace Descendente Físico (PDCCH, *Physical Downlink Control Channel*). Un PDCCH porta un mensaje como Información de Control de Enlace Descendente (DCI, *downlink control information*), que incluye asignaciones de recursos y otra información de control para un terminal móvil o grupos de los UE. En general, se pueden transmitir varios PDCCH en una sub-trama.

Cabe señalar que, en la LTE de 3GPP, las asignaciones para las transmisiones de datos de enlace ascendente, a

las que también se hace referencia como concesiones de programación de enlace ascendente o asignaciones de recursos de enlace ascendente, se transmiten también en el PDCCH.

5 Con respecto a las concesiones de programación, la información enviada en la señalización de control de L1 / L2 se puede separar en las siguientes dos categorías, la Información de Control Compartido (SCI, *Shared Control Information*) que porta una información de Cat 1 y la Información de Control de Enlace Descendente (DCI, *downlink control information*) que porta una información de Cat 2 / 3.

Información de Control Compartido (SCI, Shared Control Information) que porta información de Cat 1

10 La parte de información de control compartido de la señalización de control de L1 / L2 contiene una información relacionada con la asignación (indicación) de recursos. La información de control compartido contiene, por lo general, la siguiente información:

- Una identidad de usuario que indica el usuario o usuarios a quien le son asignados los recursos.
- Una información de asignación de RB para indicar los recursos (Bloques de Recursos (RB, *Resource Block*)) en los que se asignan un usuario o usuarios. El número de bloques de recursos asignados puede ser dinámico.
- La duración de la asignación (opcional), si es posible una asignación a través de múltiples sub-tramas (o TTI).

15 Dependiendo de la configuración de otros canales y la configuración de la Información de Control de Enlace Descendente (DCI, *Downlink Control Information*) - véase más adelante - la información de control compartido puede contener adicionalmente una información tal como ACK / NACK para la transmisión de enlace ascendente, una información de programación de enlace ascendente, una información acerca de la DCI (recursos, MCS, etc.).

20 *Información de control de enlace descendente (DCI, Downlink Control Information) que porta información de Cat 2 / 3*

25 La parte de información de control de enlace descendente de la señalización de control de L1 / L2 contiene una información relacionada con el formato de transmisión (información de Cat 2) de los datos transmitidos a un usuario programado indicado por la información de Cat 1. Además, en el caso de usar ARQ (Híbrida) como un protocolo de retransmisión, la información de Cat 2 porta una información (de Cat 3) de HARQ. La información de control de enlace descendente solo necesita ser descodificada por el usuario programado de acuerdo con la Cat 1. La información de control de enlace descendente contiene, por lo general, una información acerca de:

- información de Cat 2: Esquema de modulación, tamaño de bloque de transporte (carga útil) o velocidad de codificación, información relacionada con MIMO (*Multiple Input Multiple Output*, Entrada Múltiple - Salida Múltiple) etc. Se puede señalar o bien el bloque de transporte (o el tamaño de carga útil) o bien la velocidad de código.
- 30 En cualquier caso, estos parámetros se pueden calcular uno a partir de otro mediante el uso de la información de esquema de modulación y la información de recursos (el número de bloques de recursos asignados).
- información de Cat 3: información relacionada con HARQ, por ejemplo número de proceso de ARQ híbrida, versión redundante, número de secuencia de retransmisión

35 La información de control de enlace descendente tiene lugar en varios formatos que difieren en lo que respecta a su tamaño general y también en lo que respecta a la información contenida en sus campos. Los diferentes formatos de DCI que se encuentran definidos en la actualidad para LTE se describen en detalle en la norma TS 36.212 de 3GPP, "Multiplexación y codificación de canal" (*"Multiplexing and channel coding"*), sección 5.3.3.1 (disponible en <http://www.3gpp.org>).

Información de control de enlace ascendente (UCI, Uplink Control Information)

40 En general, la señalización de control de enlace ascendente en los sistemas de comunicaciones móviles se puede dividir en dos categorías:

- la señalización de control asociada con datos, es una señalización de control que siempre se transmite junto con datos de enlace ascendente y se usa en el procesamiento de esos datos. Los ejemplos incluyen indicaciones de formato de transporte, Indicador de "nuevos datos" (NDI, *New data Indicator*) y parámetros de MIMO.
- 45 - la señalización de control no asociada con datos se transmite con independencia de cualquier paquete de datos de enlace ascendente. Los ejemplos incluyen Acuses de Recibo (ACK / NACK) de HARQ para paquetes de datos de enlace descendente, Indicadores de Calidad de Canal (CQI, *Channel Quality Indicator*) para soportar la adaptación de enlaces, y una realimentación de MIMO tales como Indicadores de Rango (RI, *Rank Indicator*) e Indicadores de Matriz de Precodificación (PMI, *Precoding Matrix Indicator*) para las transmisiones de enlace descendente. Las solicitudes de programación (SR, *Scheduling Request*) para las transmisiones de enlace ascendente también caen dentro de esta categoría.
- 50

La señalización de control asociada con datos de enlace ascendente no es necesaria en LTE, debido a que la

información relevante ya es conocida por el eNodeB. Por lo tanto, solo la señalización de control no asociada con datos existe en el enlace ascendente de LTE.

En consecuencia, la UCI puede consistir en:

- Solicitudes de programación (SR)
- 5 - ACK / NACK de HARQ en respuesta a los paquetes de datos de enlace descendente en el PDSCH (*Physical Downlink Shared Channel*, canal compartido de enlace descendente físico). Un bit de ACK / NACK se transmite en el caso de la transmisión de enlace descendente de palabra de código única mientras que se usan dos bits de ACK / NACK en el caso de una transmisión de enlace descendente de dos palabras de código.
- 10 - Información de estado de canal (CSI, *Channel State Information*) que incluye CQIs así como la realimentación relacionada con MIMO que consiste en los RI y PMI. Se usan 20 bits por subtrama para la CSI

La cantidad de UCI que puede transmitir un UE en una subtrama depende del número de símbolos de SC-FDMA disponibles para la transmisión de datos de señalización de control. El PUCCH soporta ocho formatos diferentes, dependiendo de la cantidad de información a señalar. Se soportan los siguientes formatos de UCI en el PUCCH, de acuerdo con la siguiente visión de conjunto

Formato de PUCCH	Información de control de enlace ascendente (UCI, <i>Uplink Control Information</i>)
Formato 1	Solicitud de programación (SR, <i>Scheduling Request</i>) (forma de onda no modulada)
Formato 1a	ACK / NACK de HARQ de 1 bit con / sin SR
Formato 1b	ACK / NACK de HARQ de 2 bits con / sin SR
Formato 2	CSI (20 bits codificados)
Formato 2	CSI y ACK / NACK de HARQ de 1 o de 2 bits solo para CP ampliado
Formato 2a	CSI y ACK / NACK de HARQ de 1 bit (20 + 1 bits codificados)
Formato 2b	CSI y ACK / NACK de HARQ de 2 bits (20 + 2 bits codificados)
Formato 3	Múltiples ACK / NACK para la agregación de portadoras: hasta 20 bits de ACK / NACK más SR opcional, en 48 bits codificados

15 Usando los diferentes formatos de PUCCH definidos (de acuerdo con 5.4.1 y 5.4.2 de TS 36.211), se soportan las siguientes combinaciones de UCI en el PUCCH (véase la Sección 10.1.1 de la norma TS 36.213):

- El formato 1a para ACK de HARQ de 1 bit o en el caso de FDD para ACK de HARQ de 1 bit con una SR positiva
- El formato 1 b para ACK de HARQ de 2 bits o para ACK de HARQ de 2 bits con una SR positiva
- 20 - El formato 1 b para hasta ACK de HARQ de 4 bits con selección de canal cuando el UE está configurado con más de una célula de servicio o, en el caso de TDD, cuando el UE está configurado con una única célula de servicio
- El formato 1 para una SR positiva
- El formato 2 para una notificación de CSI cuando no se multiplexa con ACK de HARQ
- 25 - El formato 2a para una notificación de CSI multiplexada con ACK de HARQ de 1 bit para un prefijo cíclico normal
- El formato 2b para una notificación de CSI multiplexada con ACK de HARQ de 2 bits para un prefijo cíclico normal
- El formato 2 para una notificación de CSI multiplexada con ACK de HARQ para un prefijo cíclico ampliado
- El formato 3 para hasta ACK de HARQ de 10 bits para FDD y para hasta ACK de HARQ de 20 bits para TDD
- 30 - El formato 3 para hasta 11 bits que se corresponde con ACK de HARQ de 10 bits y una SR positiva / negativa de 1 bit para FDD y para hasta 21 bits que se corresponde con ACK de HARQ de 20 bits y una SR positiva / negativa de 1 bit para TDD.
- El formato 3 para ACK de HARQ de múltiples células, una SR positiva / negativa de 1 bit y una notificación de CSI para una célula de servicio.

35 *Transmisión de datos de enlace descendente y de enlace ascendente*

En lo que respecta a la transmisión de datos de enlace descendente, la señalización de control de L1 / L2 se transmite en un canal físico separado (PDCCH), junto con la transmisión de datos de paquete de enlace

descendente. Esta señalización de control de L1 / L2 contiene, por lo general, una información acerca de:

- El recurso o recursos físicos en los que los datos se transmiten (por ejemplo, sub-portadoras o bloques de sub-portadora en el caso de OFDM, códigos en el caso de CDMA). Esta información permite que el terminal móvil (el receptor) identifique los recursos sobre los que se transmiten los datos.
- 5 - Cuando el equipo de usuario está configurado para tener un Campo de Indicación de Portadora (CIF, *Carrier Indication Field*) en la señalización de control de L1 / L2, esta información identifica la portadora de componente para el que está destinada la información de señalización de control específica. Esto permite que se envíen, en una portadora de componente, unas asignaciones que están destinadas a otra portadora de componente (“programación de portadora cruzada”). Esta otra portadora de componente de programación cruzada podría ser, por ejemplo, una portadora de componente sin PDCCH, es decir, la portadora de componente programada cruzada no porta señalización alguna de control de L1 / L2.
- 10 - El formato de transporte, que se usa para la transmisión. Este puede ser el tamaño de bloque de transporte de los datos (tamaño de carga útil, tamaño de bits de información), el nivel de MCS (*Modulation and Coding Scheme*, Esquema de Modulación y de Codificación), la Eficiencia Espectral, la Velocidad de Código, etc. Esta información (por lo general junto con la asignación de recursos (por ejemplo, el número de bloques de recursos asignados al equipo de usuario)) permite que el equipo de usuario (el receptor) identifique el tamaño de bits de información, el esquema de modulación y la velocidad de código con el fin de iniciar la desmodulación, el eliminación de la puesta en coincidencia de velocidades y el proceso de descodificación. El esquema de modulación se puede señalar de manera explícita.
- 15 - Información de ARQ Híbrida (HARQ, *Hybrid ARQ*):
 - Número de proceso de HARQ: Permite que el equipo de usuario identifique el proceso de ARQ híbrida en el que se mapean los datos.
 - Número de secuencia o nuevo indicador de datos (NDI, *new data indicator*): Permite que el equipo de usuario identifique si la transmisión es un nuevo paquete o un paquete retransmitido. Si se implementa una combinación suave en el protocolo de HARQ, el número de secuencia o el nuevo indicador de datos junto con el número de proceso de HARQ permite la combinación suave de las transmisiones para una PDU antes de la descodificación.
 - Redundancia y / o versión de constelación: Indica al equipo de usuario qué versión de redundancia de ARQ híbrida se usa (requerida para la eliminación de la puesta en coincidencia de velocidades) y / o qué versión de constelación de modulación se usa (requerida para la desmodulación).
- 20 - Identidad de UE (ID de UE): Indica para qué equipos de usuario está destinada la señalización de control de L1 / L2. En implementaciones típicas, esta información se usa para enmascarar el CRC de la señalización de control de L1 / L2 con el fin de evitar que otros equipos de usuario lean esta información.

35 Para permitir una transmisión de datos por paquetes de enlace ascendente, la señalización de control de L1 / L2 se transmite sobre el enlace descendente (PDCCH) para indicarle al equipo de usuario acerca de los detalles de la transmisión. Esta señalización de control de L1 / L2 contiene, por lo general, una información acerca de:

- El recurso o recursos físicos en los que el equipo de usuario debe transmitir los datos (por ejemplo, sub-portadoras o bloques de sub-portadoras en el caso de OFDM, códigos en el caso de CDMA).
- 40 - Cuando un equipo de usuario está configurado para tener un Campo de Indicación de Portadora (CIF, *Carrier Indication Field*) en la señalización de control de L1 / L2, esta información identifica la portadora de componente para la que está destinada la información de señalización de control específica. Esto permite que se envíen en una portadora de componente unas asignaciones que están destinadas a otra portadora de componente. Esta otra portadora de componente programada cruzada puede ser, por ejemplo, una portadora de componente sin PDCCH, es decir, la portadora de componente programada cruzada no porta señalización alguna de control de L1 / L2.
- 45 - La señalización de control de L1 / L2 para las concesiones de enlace ascendente se envía en la portadora de componente de DL que está enlazada con la portadora de componente de enlace ascendente o en una de las varias portadoras de componente de DL, si varias portadoras de componente de DL enlazan con la misma portadora de componente de UL.
- 50 - El formato de transporte, que el equipo de usuario debe usar para la transmisión. Este puede ser el tamaño de bloque de transporte de los datos (tamaño de carga útil, tamaño de bits de información), el nivel de MCS (*Modulation and Coding Scheme*, Esquema de Modulación y de Codificación), la Eficiencia Espectral, la velocidad de código, etc. Esta información (por lo general junto con la asignación de recursos (por ejemplo el número de bloques de recursos asignados a otro equipo de usuario)) permite que el equipo de usuario (el transmisor) recoja el tamaño de bits de información, el esquema de modulación y la velocidad de código con el
- 55

fin de iniciar la modulación, la puesta en coincidencia de velocidades y el proceso de codificación. En algunos casos, el esquema de modulación se puede señalar de manera explícita.

- Información de ARQ Híbrida:

- 5 • Número de proceso de HARQ: Indica al equipo de usuario a partir de qué proceso de ARQ híbrida este debería recoger los datos.
- 10 • Número de secuencia o nuevo indicador de datos: Indica el equipo de usuario que transmita un nuevo paquete o que retransmita un paquete. Si se implementa una combinación suave en el protocolo de HARQ, el número de secuencia o el nuevo indicador de datos junto con el número de proceso de HARQ permite la combinación suave de las transmisiones para una unidad de datos de protocolo (PDU, *protocol data unit*) antes de la descodificación.
- Versión de redundancia y / o de constelación: Indica al equipo de usuario qué versión de redundancia de ARQ Híbrida usar (necesaria para la puesta en coincidencia de velocidades) y / o qué versión de constelación de modulación usar (necesaria para la modulación).
- 15 - Identidad de UE (ID de UE): Indica qué equipo de usuario debería transmitir los datos. En implementaciones típicas, esta información se usa para enmascarar el CRC de la señalización de control de L1 / L2 con el fin de evitar que otros equipos de usuario lean esta información.

Hay varias posibilidades diferentes en lo que respecta a cómo transmitir exactamente los fragmentos de información que se han mencionado en lo que antecede en la transmisión de datos de enlace ascendente y de enlace descendente. Además, en el enlace ascendente y el enlace descendente, la información de control de L1 / L2 también puede contener información adicional o puede omitir parte de la información. Por ejemplo:

- 20 - El número de proceso de HARQ puede no ser necesario, es decir, no está señalado, en el caso de un protocolo de HARQ síncrono.
- Una versión de redundancia y / o constelación puede no ser necesaria, y por lo tanto no señalarse, si se usa la Combinación de Persecución (siempre la misma versión de redundancia y / o de constelación) o si la secuencia de las versiones de redundancia y / o de constelación se han definido previamente.
- 25 - La información de control de potencia puede estar además incluida en la señalización de control.
- La información de control relacionada con MIMO, como por ejemplo, la precodificación, puede estar incluida adicionalmente en la señalización de control.
- 30 - En el caso de la transmisión de MIMO de múltiples palabras de código, se puede incluir una información de formato de transporte y / o de HARQ para múltiples palabras de código.

Para la asignación de recursos de enlace ascendente (en el Canal Compartido de Enlace Ascendente Físico (PUSCH, *Physical Uplink Shared Channel*)) señalado en el PDCCH en la LTE, la información de control de L1 / L2 no contiene un número de proceso de HARQ, debido a que se emplea un protocolo de HARQ síncrono para el enlace ascendente de LTE. El proceso de HARQ a usar por una transmisión de enlace ascendente viene dado por la temporización. Además, se ha de hacer notar que la información de versión de redundancia (RV, *redundancy version*) se codifica junto con la información de formato de transporte, es decir, la información de RV está incrustada en el campo de formato de transporte (TF, *transport format*). El campo de esquema de modulación y de codificación (MCS, *Modulation and Coding scheme*), de forma respectiva, de formato de transporte (TF) tiene por ejemplo un tamaño de 5 bits, que se corresponde con 32 entradas. 3 entradas de la tabla de TF / MCS están reservadas para indicar las versiones de redundancia (RV) 1, 2 o 3. Las entradas de tabla de MCS restantes se usan para señalar el nivel de MCS (TBS) que indica de forma implícita RV0. El tamaño del campo de CRC del PDCCH es de 16 bits.

Para las asignaciones de enlace descendente (PDSCH) señalizadas en el PDCCH en la LTE, la Versión de Redundancia (RV) se señala por separado en un campo de dos bits. Además, la información de orden de modulación está codificada en forma conjunta con la información de formato de transporte. Al igual que en el caso de enlace ascendente, hay campo de MCS de 5 bits señalado en el PDCCH. 3 de las entradas están reservadas para señalar un orden de modulación explícita, sin proporcionar información alguna de formato de transporte (bloque de transporte). Para las 29 entradas restantes, se señalan el orden de modulación y la información de tamaño de bloque de transporte. **Notificación de calidad de canal** El principio de la adaptación de enlaces es fundamental para el diseño de una interfaz de radio que sea eficiente para el tráfico de datos conmutados por paquetes. A diferencia de las primeras versiones de UMTS (*Universal Mobile Telecommunication System*, Sistema universal de telecomunicaciones móviles), que usaban un control de potencia de lazo cerrado rápido para soportar servicios conmutados por circuitos con una velocidad de datos aproximadamente constante, la adaptación de enlaces en LTE ajusta la velocidad de datos transmitidos (esquema de modulación y la velocidad de codificación de canal) de forma dinámica para poner en coincidencia la capacidad de canal de radio predominante para cada usuario.

Para las transmisiones de datos de enlace descendente en LTE, el eNodeB selecciona por lo general el esquema de modulación y la velocidad de código (MCS) dependiendo de una predicción de las condiciones de canal de enlace descendente. Una entrada importante a este proceso de selección es la realimentación de Información de estado de canal (CSI, *Channel State Information*) que se transmite por el Equipo de Usuario (UE, *User Equipment*) en el enlace ascendente al eNodeB.

La información de estado de canal se usa en un sistema de comunicación de múltiples usuarios, tal como, por ejemplo, LTE de 3GPP para determinar la calidad del recurso o recursos de canal para uno o más usuarios. En general, en respuesta a la realimentación de CSI, el eNodeB puede seleccionar entre los esquemas de QPSK, de 16-QAM y de 64-QAM y un amplio intervalo de velocidades de código. Esta información de CSI se puede usar para ayudar en un algoritmo de programación de múltiples usuarios para asignar recursos de canal a diferentes usuarios, o para adaptar parámetros de enlace tales como el esquema de modulación, la velocidad de codificación o la potencia de transmisión, con el fin de aprovechar los recursos de canal asignados a su más pleno potencial.

La CSI se notifica para cada portadora de componente, y, dependiendo del ancho de banda y el modo de notificación, para diferentes conjuntos de sub bandas de la portadora de componente. En LTE de 3GPP, la unidad más pequeña para la cual se notifica la calidad de canal se denomina sub banda, que consiste en múltiples bloques de recursos adyacentes en frecuencia.

Tal como se ha descrito en lo que antecede, por lo general, los equipos de usuario no realizarán y notificarán mediciones de CSI sobre unas portadoras de componente de enlace descendente configuradas pero desactivadas, sino solo mediciones relacionadas con la gestión de recursos de radio como la RSRP (*Reference Signal Received Power*, potencia recibida de señal de referencia) y la RSRQ (*Reference Signal Received Quality*, calidad recibida de señal de referencia).

Por lo general, los sistemas de comunicaciones móviles definen una señalización de control especial que se usa para transportar la realimentación de calidad de canal. En LTE de 3GPP, existen tres elementos básicos que se pueden dar, o no, como una realimentación para la calidad de canal. Estos elementos de calidad de canal son:

- MCSI: *Modulation and Coding Scheme Indicator*, Indicador de Esquema de Modulación y de Codificación, a los que se hace referencia a veces como Indicador de Calidad de Canal (CQI, *Channel Quality Indicator*) en la especificación de LTE
- PMI: Indicador de Matriz de Precodificación
- RI: Indicador de Rango

El MCSI sugiere un esquema de modulación y de codificación que se debería usar para la transmisión, mientras que el PMI apunta a un vector / matriz de precodificación que se ha de emplear para la multiplexación espacial y una transmisión de múltiples antenas (MIMO) usando un rango de matriz de transmisión que viene dado por el RI. Se dan detalles acerca de los mecanismos de notificación y de transmisión implicados en las siguientes especificaciones a las que se hace referencia para profundizar en la lectura (todos los documentos se encuentran disponibles en <http://www.3gpp.org>):

- la norma TS 36.211 de 3GPP, "*Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical channels and modulation*" ("Acceso por radio terrestre universal evolucionado (E-UTRA); Canales físicos y modulación"), versión 10.0.0, en particular las secciones 6.3.3, 6.3.4,
- la norma TS 36.212 de 3GPP, "*Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Multiplexing and channel coding*", ("Acceso por radio terrestre universal evolucionado (E-UTRA); Multiplexación y codificación de canal") versión 10.0.0, en particular las secciones 5.2.2, 5.2.4, 5.3.3,
- la norma TS 36.213 de 3GPP, "*Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical layer procedures*", ("Acceso por radio terrestre universal evolucionado (E-UTRA); Procedimientos de capa física") versión 10.0.1, en particular las secciones 7.1.7, y 7.2.

En LTE de 3GPP, no todos los tres elementos de calidad de canal que se han identificado en lo que antecede se notifican en cualquier instante. Los elementos que se están notificando en la práctica dependen principalmente del modo de notificación configurado. Se debería hacer notar que LTE de 3GPP también soporta la transmisión de dos palabras de código (es decir, dos palabras de código de datos de usuario (bloques de transporte) se pueden multiplexar a y transmitir en una única subtrama), de tal modo que se puede dar una realimentación para o bien una o bien dos palabras de código. Los modos de notificación individual para la realimentación de calidad de canal aperiódica se definen en LTE de 3GPP.

Tanto la periodicidad como la resolución de frecuencia a usar por un UE para las notificaciones en la CSI se controlan por medio del eNodeB. El canal de control de enlace ascendente físico (PUCCH, *Physical Uplink Control Channel*) solo se usa para la notificación de CSI periódica (es decir, la notificación de CSI con una periodicidad específica configurada por medio de RRC); el PUSCH se usa para la notificación aperiódica de la CSI, con lo que el

eNodeB da específicamente instrucciones (mediante un PDCCH) para que el UE envíe una notificación de CSI individual incrustada en un recurso que se programa para la transmisión de datos de enlace ascendente.

Además, en el caso de múltiples antenas de transmisión en el eNodeB, el valor o valores CSI se pueden notificar para una segunda palabra de código. Para algunos modos de transmisión de enlace descendente, también se transmite por el UE una señalización de realimentación adicional que consiste en Indicadores de Matriz de Precodificación (PMI, *Precoding Matrix Indicator*) e Indicaciones de Rango (RI, *Rank Indication*).

Con el fin de adquirir información de CSI con rapidez, el eNodeB puede programar una CSI aperiódica mediante el establecimiento de un bit de solicitud de CSI en una concesión de recursos de enlace ascendente que se envía en el canal de control de enlace descendente físico.

En LTE de 3GPP, se prevé un mecanismo simple para desencadenar la así denominada realimentación de calidad de canal aperiódica a partir del equipo de usuario. Un eNodeB en la red de acceso por radio envía una señal de control de L1 / L2 al equipo de usuario para solicitar la transmisión de la así denominada notificación de CSI aperiódica (véase la norma TS 36.212 de 3GPP, sección 5.3.3.1.1 y la norma TS 36.213 de 3GPP, sección 7.2.1 en busca de detalles). Otra posibilidad para desencadenar la provisión de la realimentación de calidad de canal aperiódica por los equipos de usuario está vinculada al procedimiento de acceso aleatorio (véase la norma TS 36.213 de 3GPP, sección 6.2).

Siempre que un desencadenante para proporcionar una realimentación de calidad de canal sea recibido por el equipo de usuario, el equipo de usuario transmite posteriormente la realimentación de calidad de canal al eNodeB. Por lo general, la realimentación de calidad de canal (es decir, la notificación de CSI) se multiplexa con datos (de usuario) de enlace ascendente en los recursos de canal compartido de enlace ascendente físico (PUSCH, *Physical Uplink Shared CHannel*) que se han asignado al equipo de usuario mediante la señalización de L1 / L2 por el programador (el eNodeB). En el caso de la agregación de portadoras, la notificación de CSI se multiplexa en los recursos de PUSCH que han sido concedidos por la señal de L1 / L2 (es decir, el PDCCH) que desencadenó la realimentación de calidad de canal.

25 **Símbolo de referencia de sondeo (SRS, *Sounding Reference Symbol*)**

Los SRS son importantes para el sondeo de canal de enlace ascendente para soportar la asignación de recursos de enlace ascendente dinámica, así como para la formación de haz ayudada por reciprocidad en el enlace descendente. La Edición 10 introduce la posibilidad de desencadenar de forma dinámica transmisiones de SRS individuales por medio del PDCCH; estas transmisiones de SRS aperiódicas dinámicas se conocen como SRS “de tipo 1”, mientras que los SRS configurados para RRC periódicos de la Edición 8 se conocen como “de tipo 0” en la Edición 10.

Un indicador en una concesión de recursos de enlace ascendente en el PDCCH se puede usar para desencadenar una única transmisión de SRS de tipo 1. Esto facilita un rápido sondeo de canal para responder a cambios en las condiciones de tráfico o de canal, sin escribir recursos de SRS durante un largo periodo. En el formato 0 de DCI, un nuevo bit puede indicar la activación de un SRS de tipo 1 de acuerdo con un conjunto de parámetros que se configura de antemano mediante una señalización de RRC. En el formato 4 de DCI, que se usa para programar las transmisiones de SUMIMO de enlace ascendente, dos nuevos bits permiten que se desencadene uno de tres conjuntos de parámetros de transmisión de SRS configurados para RRC de tipo 1.

Las transmisiones de SRS se encuentran siempre en el último símbolo de SC-FDMA de la subtrama correspondiente en la que se configura / se programa la notificación. La transmisión de datos de PUSCH no se permite en la señal de SC-FDMA designada para SRS, es decir, la transmisión de PUSCH es perforada de tal modo que todos los símbolos salvo el último se usan para el PUSCH.

Señalización y multiplexación de control de enlace ascendente

Cuando se programan una señalización de control y datos de PUSCH de enlace ascendente simultáneos, la señalización de control se multiplexa normalmente junto con los datos (en el PUSCH) antes del ensanchamiento de DFT, con el fin de preservar la propiedad de Métrica Cúbica (CM, *Cubic Metric*) baja de portadora única de la transmisión de enlace ascendente. El canal de control de enlace ascendente, PUCCH, es usado por un UE para transmitir cualquier señalización de control necesaria solo en las subtramas en las que no se ha asignado RB alguno al UE para la transmisión de PUSCH.

Se puede hallar información adicional acerca de la multiplexación de la señalización de control de enlace ascendente en los capítulos 16.3.1.1, 16.3.3, 16.3.4, 16.3.5, 16.3.6, 16.3.7, 16.4 de *LTE - The UMTS Long Term Evolution - From Theory to Practice* (LTE - La Evolución a Largo Plazo de UMTS - De la Teoría a la Práctica), Editado por Stefanie Sesia, Issam Toufik, Matthew Baker, Segunda Edición.

DRX (Recepción Discontinua)

55 Con el fin de proporcionar un consumo de batería razonable del equipo de usuario, LTE de 3GPP (Edición 8 / 9) así

como LTE-A de 3GPP (Edición 10) proporciona un concepto de recepción discontinua (DRX, *discontinuous reception*). La norma técnica TS 36.321, capítulo 5.7 explica la DRX. Los siguientes parámetros se encuentran disponibles para definir el comportamiento de UE en DRX; es decir, los periodos en los que el nodo móvil está activo (es decir, en el Tiempo Activo), y los periodos en los que el nodo móvil no está activo (es decir, en el Tiempo No Activo, mientras se encuentra en el modo de DRX).

- 5 - Duración de actividad (temporizador): la duración en subtramas de enlace descendente que el equipo de usuario, después de despertar a partir de la DRX (el Tiempo No Activo), recibe y supervisa el PDCCH. Si el equipo de usuario descodifica con éxito un PDCCH, el equipo de usuario permanece despierto e inicia el Temporizador de Inactividad de DRX; [1 - 200 subtramas; 16 escalones: 1 - 6, 10 - 60, 80, 100, 200]
- 10 - Temporizador de Inactividad de DRX: la duración en subtramas de enlace descendente que el equipo de usuario aguarda a descodificar con éxito un PDCCH, a partir de la última descodificación con éxito de un PDCCH; cuando el UE no puede descodificar un PDCCH durante este periodo, este vuelve a entrar en DRX. El equipo de usuario ha de reiniciar el Temporizador de Inactividad de DRX a continuación de una única descodificación con éxito de un PDCCH para solo una primera transmisión (es decir, no para retransmisiones). [1 - 2560 subtramas; 22 escalones, 10 reservas: 1 - 6, 8, 10 - 60, 80, 100 - 300, 500, 750, 1280, 1920, 2560]
- 15 - Temporizador de Retransmisión de DRX: especifica el número de subtramas de PDCCH consecutivas en las que una retransmisión de enlace descendente es esperada por el UE después del primer tiempo de retransmisión disponible. [1 - 33 subtramas, 8 escalones: 1, 2, 4, 6, 8, 16, 24, 33]
- 20 - Ciclo corto de DRX: especifica la repetición periódica de la duración de actividad seguido por un posible periodo de inactividad para el ciclo de DRX corto. Este parámetro es opcional. [2 - 640 subtramas; 16 escalones: 2, 5, 8, 10, 16, 20, 32, 40, 64, 80, 128, 160, 256, 320, 512, 640]
- Temporizador de ciclo corto de DRX: especifica el número de subtramas consecutivas que el UE sigue el ciclo de DRX corto después de que haya expirado el Temporizador de Inactividad de DRX. Este parámetro es opcional. [1 - 16 subtramas]
- 25 - Desplazamiento de inicio de ciclo de DRX largo: especifica la repetición periódica de la duración de actividad seguido por un posible periodo de inactividad para el ciclo largo de DRX así como un desplazamiento en las subtramas cuando comienza la duración de actividad (determinado por la fórmula que se define en el documento TS 36.321, sección 5.7); [longitud de ciclo 10 - 2560 subtramas; 16 escalones: 10, 20, 30, 32, 40, 64, 80, 128, 160, 256, 320, 512, 640, 1024, 1280, 2048, 2560; el desplazamiento es un número entero entre [0 - longitud de subtramas del ciclo elegido]]
- 30

La duración total que el UE está despierto se denomina "tiempo Activo". El Tiempo Activo incluye el tiempo de Duración de Actividad del ciclo de DRX, el tiempo que el UE está realizando una recepción continua mientras no ha expirado el Temporizador de Inactividad de DRX y el tiempo que el UE está realizando una recepción continua al tiempo que aguarda una retransmisión de enlace descendente después de un RTT de HARQ. De forma similar para el enlace ascendente, el UE está despierto en las subtramas en las que se pueden recibir concesiones de retransmisiones de enlace ascendente, es decir, cada 8 ms después de la transmisión de enlace ascendente inicial hasta que se llega al número máximo de retransmisiones. Sobre la base de lo anterior, el mínimo tiempo activo es de una longitud igual a la duración de actividad, y el máximo es indefinido (infinito). Además, también después de haber enviado una SR en el PUCCH, el UE está despierto supervisando en busca de un PDCCH que asigna un UL-SCH. A la inversa, el Tiempo No Activo es, básicamente, la duración de las subtramas de enlace descendente durante las cuales un UE puede omitir la recepción de canales de enlace descendente por razones de ahorro de batería.

La operación de DRX da al terminal móvil la oportunidad de desactivar los circuitos de radio de forma repetida (de acuerdo con el ciclo de DRX actualmente activo) con el fin de ahorrar energía. Si el UE permanece, de hecho, en el Tiempo No Activo (es decir, no está activo) durante el periodo de DRX, puede ser decidido por el UE; por ejemplo, por lo general el UE realiza unas mediciones de interfrecuencia que no se pueden llevar a cabo durante la Duración de Actividad y, por lo tanto, es necesario que se realice en algún otro momento.

La parametrización del ciclo de DRX implica una compensación recíproca entre el ahorro de batería y la latencia. Por otro lado, un periodo de DRX largo es beneficioso para alargar la vida de la batería del UE. Por ejemplo, en el caso de un servicio de navegación web, por lo general, es un desperdicio de recursos para un UE recibir continuamente canales de enlace descendente mientras el usuario está leyendo una página web descargada. Por otro lado, un periodo de DRX más corto es mejor para una respuesta más rápida cuando se reanuda la transferencia de datos - por ejemplo, cuando un usuario solicita otra página web.

Para cumplir estos requisitos contradictorios, se pueden configurar dos ciclos de DRX - un ciclo corto y un ciclo largo - para cada UE. La transición entre el ciclo de DRX corto, el ciclo de DRX largo y la recepción continua se controla o bien por un temporizador o bien por comandos explícitos a partir del eNB. En un cierto sentido, el ciclo de DRX corto se puede considerar como un periodo de confirmación en el caso de que llegue un paquete tardío, antes de que el UE entre en el ciclo de DRX largo - si llegan datos al eNB mientras el UE se encuentra en el ciclo de DRX

corto, los datos se programan para la transmisión en el siguiente tiempo de despertar y el UE reanuda entonces la recepción continua. Por otro lado, si no llega dato alguno en el eNB durante el ciclo de DRX corto, el UE entra en el ciclo de DRX largo, suponiendo que la actividad de paquetes ha acabado por el momento.

5 Los valores de DRX disponibles se controlan por medio de la red y empiezan a partir de no DRX hasta x segundos. El valor x puede ser tan largo como la DRX de radiobúsqueda que se usa en REPOSO. Los requisitos de medición y los criterios de notificación pueden diferir de acuerdo con la longitud del intervalo de DRX es decir, los intervalos de DRX largos pueden experimentar unos requisitos más relajados.

10 Cuando la DRX está configurada, las notificaciones de CQI / SRS periódicas solo han de ser enviadas por el UE durante el "tiempo activo". RRC puede restringir adicionalmente las notificaciones de CQI periódicas de tal modo que estas solo se envían durante la duración de actividad.

15 En la figura 8 se muestra un ejemplo en función de la subtrama del ciclo de DRX. El UE realiza una comprobación en busca de mensajes de programación (que son indicados por su C-RNTI en el PDCCH) durante el periodo de 'Duración de Actividad' o bien del ciclo de DRX largo o bien del ciclo de DRX corto dependiendo del ciclo actualmente activo. Cuando se recibe un mensaje de programación durante una 'Duración de Actividad', el UE inicia un 'Temporizador de Inactividad' y supervisa el PDCCH en cada subtrama mientras el Temporizador de Inactividad está funcionando. Durante este periodo, el UE se puede considerar como que se encuentra en un modo de recepción continua. Siempre que se recibe un mensaje de programación mientras el Temporizador de Inactividad está funcionando, el UE reinicia el Temporizador de Inactividad y, cuando este expira, el UE se mueve a un ciclo de DRX corto e inicia un 'temporizador de ciclo corto de DRX'. El ciclo de DRX corto también se puede iniciar por medio de un elemento de control de MAC de DRX a partir del eNodeB, que da instrucciones al UE para que entre en DRX. Cuando expira el temporizador de ciclo de DRX corto, el UE se mueve a un ciclo de DRX largo. Además de este comportamiento en DRX, un 'temporizador de Tiempo de Ida y Vuelta (RTT, *Round Trip Time*) de HARQ' se define con el fin de permitir que el UE duerma durante el RTT de HARQ. Cuando falla la descodificación de un bloque de transporte de enlace descendente para un proceso de HARQ, el UE puede suponer que la siguiente retransmisión del bloque de transporte tendrá lugar después de al menos 'RTT de HARQ' subtramas. Mientras el temporizador de RTT de HARQ está funcionando, el UE no necesita supervisar el PDCCH. En el momento de la expiración del temporizador de RTT de HARQ, el UE reanuda la recepción del PDCCH como normal.

20 Los temporizadores relacionados con DRX que se han mencionado en lo que antecede, como el Temporizador de Inactividad de DRX, el temporizador de RTT de HARQ, el temporizador de retransmisión de DRX y el temporizador de ciclo de DRX corto, se empiezan y se detienen por medio de eventos tales como la recepción de una concesión de PDCCH o un elemento de control de MAC (CE de MAC de DRX); por lo tanto, el estatus de DRX (tiempo activo o tiempo no activo) del UE puede cambiar de una subtrama a otra y, por lo tanto, no siempre es predecible por la estación móvil o el eNodeB.

Solo hay un ciclo de DRX por UE. Todas las portadoras de componente agregadas siguen este patrón de DRX.

35 **Inconvenientes de la notificación de CSI / SRS periódica actual durante la DRX**

Tal como se ha mencionado en lo que antecede, el estatus de DRX (es decir, el Tiempo Activo / Tiempo no Activo) de un UE puede cambiar de subtrama a subtrama. Los temporizadores relacionados con DRX (como el Temporizador de Inactividad de DRX, el temporizador de RTT de HARQ, el temporizador de retransmisión de DRX) se empiezan y se detienen por medio de diversos eventos, tales como la recepción de una concesión de PDCCH o de elementos de control de MAC (CE de MAC de DRX), poniendo de este modo el UE en el Tiempo Activo o el Tiempo no Activo. El comportamiento del UE para el Tiempo Activo y el Tiempo no Activo es claramente definida por la norma. De forma correspondiente, el UE ha de transmitir unas notificaciones de CSI periódicas y SRS solo durante el tiempo Activo. No obstante, el UE necesita algo de tiempo para procesar la señalización o información recibida cambiando su estatus de DRX, y también necesita algo de tiempo para preparar la notificación de CSI y el SRS. El tiempo de procesamiento depende fuertemente de la implementación del UE. No obstante, esto puede conducir a problemas durante el funcionamiento del UE, tal como se explicará con detalle en lo sucesivo.

50 Suponiendo que el UE se encuentra actualmente en el Tiempo Activo y el Temporizador de Inactividad de DRX está funcionando, si un UE recibe en la última subtrama antes de que expire el Temporizador de Inactividad de DRX (por ejemplo, la subtrama N) un PDCCH que indica una nueva transmisión (UL o DL), el UE también se encontrará en el Tiempo Activo en la siguiente subtrama, es decir, la subtrama N + 1 y se reinicia el Temporizador de Inactividad de DRX.

55 Debido al tiempo de procesamiento en el UE, el UE puede solo ahora en el comienzo / parte media de la subtrama N + 1 que la subtrama N + 1 es aún el Tiempo Activo. Suponiendo que la notificación de CSI periódica está configurada para transmitirse en la subtrama N + 1, el UE puede no tener tiempo para preparar la notificación de CSI para la transmisión, debido a que el mismo asumió inicialmente entrar en DRX, es decir, encontrarse en el Tiempo no Activo durante la subtrama N + 1 y, por lo tanto, que no sea necesario transmitir la notificación de CSI. En consecuencia, el UE podría no ser capaz de transmitir la notificación de CSI periódica en la subtrama N + 1, contrario a que la especificación ordene al UE que transmita una CSI periódica en el PUCCH durante el Tiempo

Activo en las subtramas configuradas.

En suma, el comportamiento de UE con respecto a la transmisión de CSI / SRS no puede seguir inmediatamente el estatus de DRX del UE, debido a que el UE necesita un cierto tiempo para volverse consciente de la señalización y para preparar la transmisión de enlace ascendente necesaria en consecuencia. En general, se hace referencia al tiempo después de que el Tiempo Activo se haya súbitamente empezado / prolongado o terminado debido a la recepción de la señalización respectiva a partir de la red como "fase transitoria" o "periodo incierto". Con el fin de explicar el retardo de procesamiento en el UE, se ha introducido una excepción sobre la transmisión de CSI periódica en el PUCCH y la transmisión de SRS periódica para Edición 8 / 9 / 10 de LTE en la norma TS 36.321, tal como sigue.

- 5 Un UE puede elegir, de forma opcional no enviar notificaciones de CQI / PMI / RI / PTI en el PUCCH y / o transmisiones de SRS desencadenado de tipo 0 durante hasta 4 subtramas a continuación de un PDCCH que indica una nueva transmisión (UL o DL) que se recibe en la subtrama $n-i$, en la que n es la última subtrama del Tiempo Activo e i es un valor entero de 0 a 3. Después de que el Tiempo Activo se haya detenido debido a la recepción de un PDCCH o un elemento de control de MAC, un UE puede elegir, de forma opcional continuar enviando notificaciones de CQI / PMI / RI / PTI en el PUCCH y / o transmisiones de SRS durante hasta 4 subtramas. La elección de no enviar notificaciones de CQI / PMI / RI / PTI en el PUCCH y / o transmisiones de SRS desencadenado de tipo 0 no es aplicable para las subtramas en las que *el Temporizador de Duración de Actividad* está funcionando y no es aplicable para las subtramas $n-i$ a n .

20 A pesar de la excepción anterior, el eNB en general espera transmisiones de enlace ascendente a partir del UE de acuerdo con la especificación. Por lo tanto, con respecto a la notificación de CSI / SRS, cuando el UE se encuentra en el Tiempo Activo, se espera que el UE transmita unas notificaciones de CSI periódicas en el PUCCH y SRS, dependiendo de la periodicidad de CSI / SRS. De forma correspondiente, el eNB no espera ninguna transmisión de CSI / SRS periódica a partir del UE en las subtramas en las que el UE se encuentra en el Tiempo no Activo.

25 No obstante, debido al comportamiento de UE que se introduce para cubrir las "fases transitorias", el comportamiento de UE para estas "fases transitorias" no es predecible para el eNB. Por lo tanto, la red ha de ser capaz de descodificar de forma correcta el canal PUCCH o el canal PUSCH para los casos en los que esta no sabe si se han enviado, o no, notificaciones de CSI o de SRS periódicas. Dicho de otra forma, la descodificación doble es necesaria en el UE para cubrir ambos casos de transmisión, es decir, con o sin CSI / SRS. Por ejemplo:

- 30 - Si ocurre que una CSI coincide con una transmisión de PUCCH de HARQ de DL en la fase transitoria, entonces la red necesita realizar una descodificación doble para manejar tanto el caso cuando se ha enviado una CSI como el caso cuando no se ha enviado una CSI.
- Si ocurre que un SRS coincide con una transmisión de PUSCH que se encuentra fuera del ancho de banda configurado de SRS en la fase transitoria, entonces la red necesita realizar una descodificación doble para manejar tanto el caso cuando se ha enviado un SRS como el caso cuando no se ha enviado un SRS.

35 Hay muchas más combinaciones de información de control para las cuales el eNB necesita realizar una descodificación doble para dos formatos de transmisiones de datos diferentes con el fin de ser capaz de detectar la información de control de forma correcta. Algunas de estas combinaciones se dan en la tabla en lo sucesivo, que se toma de R2-124687; se ha de hacer notar que la lista no está completa, sino que dará una visión de conjunto.

Caso (posibles colisiones durante una fase transitoria)	Si se transmite un CSI / SRS	Si no se transmite un CSI / SRS	¿Descodificación doble necesaria?
CSI + Datos	Datos (con RM) + CSI	Datos	Sí
CSI + AN	CSI + AN (codificados de forma conjunta)	AN	Sí
CSI + SR	SR (CSI suprimida)	SR	No
CSI + Datos + SR	Datos (con RM) + CSI	Datos	Sí
CSI + Datos + AN	[CSI y Datos multiplexados] (con RM) + AN	Datos (con RM) + AN	Sí
CSI + AN + SR	AN + SR	AN + SR	No
CSI + Datos + AN + SR	[CSI y Datos multiplexados] (con RM) + AN	Datos (con RM) + AN	Sí
SRS + Datos	Datos (con RM) + SRS	Datos	Sí

40

(continuación)

Caso (posibles colisiones durante una fase transitoria)	Si se transmite un CSI / SRS	Si no se transmite un CSI / SRS	¿Descodificación doble necesaria?
SRS + AN	[AN (acortar formato) + SRS] o AN (formato normal)	AN (acortar formato) o AN (formato normal)	No
SRS + SR	[SR (acortar formato) + SRS] o SR (formato normal)	SR (acortar formato) o SR (formato normal)	No
SRS + Datos + SR	Datos (con RM) + SRS	Datos	Sí
SRS + Datos + AN	Datos (con RM a través de AN / SRS) + AN + SRS	Datos (con RM a través de AN) + AN	Sí
SRS + AN + SR	[AN + SR] (acortar formato) + SRS o [AN + SR] (formato normal)	[AN + SR] (acortar formato) o [AN + SR] (formato normal)	No
SRS + Datos + AN + S R	Datos (con RM a través de AN / SRS) + AN + SRS	Datos (con RM a través de AN) + AN	Sí
CSI + SRS + Datos	Datos (con RM a través de CSI / SRS) + CSI + SRS	Datos (con RM a través de CSI) + CSI	Sí
CSI + SRS + AN	AN (acortar formato) + SRS o AN (formato normal)	AN (acortar formato) o AN (formato normal)	No
CSI + SRS + SR	SR (acortar formato) + SRS	SR (acortar formato)	No
CSI + SRS + Datos + S R	Datos (con RM a través de CSI / SRS) + CSI + SRS	Datos (con RM a través de CSI) + CSI	Sí
CSI + SRS +	[CSI y Datos multiplexados] (con RM a través de	Datos (con RM a través de AN) + AN	Sí
Datos + AN	AN / SRS) + AN + SRS		
CSI + SRS + AN + SR	AN + SR (acortar formato) + SRS	AN + SR (formato normal)	Sí
CSI + SRS + Datos + A N + SR	[CSI y Datos multiplexados] (con RM a través de AN / SRS) + AN + SRS	Datos (con RM a través de AN) + AN	Sí

5 Tal como se puede ver, la descodificación doble que es causada por las fases transitorias podría ocurrir con bastante frecuencia, y da lugar a una complejidad y a un coste computacional innecesarios dentro de la red. La descodificación en el eNB se basa en las transmisiones de enlace ascendente que tienen un determinado formato de transmisión como, por ejemplo, el Formato 2, 2a y 2b que siempre incluye una CSI. Cuando el formato de transmisión cambia debido a la súbita transmisión o no transmisión de la CSI, la descodificación en el eNB puede fallar debido al formato de transmisión equivocado, lo que conduce, a su vez, a la degradación del caudal.

10 Esto es de aplicación de una forma similar para la transmisión del SRS. Con la condición de que los bloques de recursos asignados para el PUSCH no se estén solapando con la región de frecuencia de SRS específica de la célula, en el caso de que el UE no transmita un SRS en esta subtrama, el UE usa el último símbolo de SC-FDMA en la subtrama para el PUSCH. En el caso de que el UE transmita un SRS en esta subtrama, el UE no usa el último símbolo de SC-FDMA para el PUSCH. Por lo tanto, dependiendo de si UE está transmitiendo un SRS (que depende del estatus de DRX de la subtrama), el número de símbolos de SC-FDMA para el PUSCH cambia, lo que quiere decir, a su vez, que el eNB tendría que comprobar dos usos de símbolos de PUSCH diferentes en esas subtramas.

15 No obstante, esta incertidumbre puede ser evitada fácilmente por el eNB mediante la asignación de solo recursos de PUSCH al UE que se encuentran dentro de la región de SRS específica de la célula, que es la mayor parte de la asignación; en este caso el UE nunca mapeará el PUSCH sobre el último símbolo de SCFDMA en una subtrama en la que se ha configurado un SRS periódico. Sin embargo, el problema sigue existiendo para el caso en el que los bloques de recursos asignados para el PUSCH que no se encuentran dentro de la región de SRS específica de la célula.

20 El documento técnico de 3GPP titulado “*Correction to remove optionality of CSI/SRS transmission during transient state*” (“Corrección para eliminar la opcionalidad de la transmisión de CSI / SRS durante el estado transitorio”) (R2-130681) propone eliminar la opcionalidad que se ha mencionado en lo que antecede.

25 **Sumario de la invención**

Un objeto de la invención es la provisión de un comportamiento de UE determinista para transmitir CSI y / o SRS, que solucione los problemas de la técnica anterior tal como se ha analizado en lo que antecede.

El objeto se soluciona por medio de la materia objeto de las reivindicaciones independientes. Algunas realizaciones ventajosas son objeto de las reivindicaciones dependientes.

La presente invención proporciona un procedimiento de una primera realización para transmitir una notificación de información de calidad de canal y / o un símbolo de referencia de sondeo de una estación móvil a una estación base en un sistema de comunicación móvil en la subtrama N. La subtrama N está configurada para la estación móvil para la transmisión de notificaciones de información de calidad de canal periódicas y / o símbolos de referencia de sondeo periódicos. Se determina si la estación móvil se encontrará en el Tiempo Activo de DRX o el Tiempo No Activo de DRX en la subtrama N, al menos sobre la base de:

las concesiones de recursos de enlace ascendente para el canal compartido de enlace ascendente y / o las asignaciones de recursos de enlace descendente para el canal compartido de enlace descendente, que son recibidas por la estación móvil hasta e incluyendo solo la subtrama N - 4, y

los temporizadores relacionados con DRX en funcionamiento para la estación móvil, incluyendo al menos uno de un Temporizador de Inactividad de DRX, un Temporizador de Duración de Actividad de DRX y un Temporizador de Retransmisión de DRX.

La estación móvil transmite la notificación de información de calidad de canal y / o el símbolo de referencia de sondeo a la estación base en la subtrama N, en el caso de que se determine que la estación móvil se encuentra en el Tiempo Activo de DRX en la subtrama N.

De acuerdo con una variante ventajosa de la primera realización de la invención que se puede usar además de o como alternativa a lo anterior, la estación base realiza las etapas de:

determinar si la estación móvil se encontrará en el Tiempo Activo de DRX o el Tiempo No Activo de DRX en la subtrama N, al menos sobre la base de:

las concesiones de recursos de enlace ascendente para el canal compartido de enlace ascendente y / o las asignaciones de recursos de enlace descendente para el canal compartido de enlace descendente, que se transmiten a la estación móvil hasta e incluyendo solo la subtrama N - 4, y

los temporizadores relacionados con DRX en funcionamiento para la estación móvil, incluyendo al menos uno de un Temporizador de Inactividad de DRX, un Temporizador de Duración de Actividad de DRX y un Temporizador de Retransmisión de DRX,

recibir la notificación de información de calidad de canal y / o el símbolo de referencia de sondeo a partir de la estación móvil en la subtrama N, en el caso de que se determine mediante la etapa de determinación de que la estación móvil se encuentra en el Tiempo Activo de DRX en la subtrama N.

De acuerdo con una variante ventajosa de la primera realización de la invención que se puede usar además de o como alternativa a lo anterior, la determinación es adicionalmente sobre la base de los elementos de control de MAC, en relación con la operación de DRX, que son recibidos por la estación móvil hasta e incluyendo solo la subtrama N - (4 + k), en la que k es un valor entero de 1 a K. Como alternativa, la determinación es adicionalmente sobre la base de los elementos de control de MAC, en relación con la operación de DRX, para los cuales se transmite un acuse de recibo por la estación móvil hasta e incluyendo solo la subtrama N - (3 + k), en la que k es un valor entero de 1 a K. De acuerdo con una variante ventajosa de la primera realización de la invención que se puede usar además de o como alternativa a lo anterior, los temporizadores relacionados con DRX se consideran en la determinación sobre la base de las concesiones de recursos de enlace ascendente para el canal compartido de enlace ascendente y / o las asignaciones de recursos de enlace descendente para el canal compartido de enlace descendente, que son recibidas por la estación móvil hasta e incluyendo solo la subtrama N - 4, y adicionalmente sobre la base del valor de los temporizadores relacionados con DRX en la subtrama N - 4.

La presente invención proporciona una estación móvil de una primera realización para transmitir una notificación de información de calidad de canal y / o un símbolo de referencia de sondeo a una estación base en un sistema de comunicación móvil en la subtrama N. La subtrama N está configurada para la estación móvil para la transmisión de notificaciones de información de calidad de canal periódicas y / o símbolos de referencia de sondeo periódicos. Un procesador de la estación móvil determina si la estación móvil se encontrará en el Tiempo Activo de DRX o el Tiempo No Activo de DRX en la subtrama N, al menos sobre la base de:

las concesiones de recursos de enlace ascendente para el canal compartido de enlace ascendente y / o las asignaciones de recursos de enlace descendente para el canal compartido de enlace descendente, que son recibidas por la estación móvil hasta e incluyendo solo la subtrama N - 4, y

los temporizadores relacionados con DRX en funcionamiento para la estación móvil, incluyendo al menos uno de un Temporizador de Inactividad de DRX, un Temporizador de Duración de Actividad de DRX y un Temporizador de Retransmisión de DRX.

Un transmisor de la estación móvil transmite la notificación de información de calidad de canal y / o el símbolo de referencia de sondeo a la estación base en la subtrama N, en el caso de que se determine mediante el procesador

que la estación móvil se encuentra en el Tiempo Activo de DRX en la subtrama N.

De acuerdo con una variante ventajosa de la estación móvil de la primera realización de la invención que se puede usar además de o como alternativa a lo anterior, el procesador realiza la determinación adicionalmente sobre la base de los elementos de control de MAC, en relación con la operación de DRX, que son recibidos por la estación móvil hasta e incluyendo solo la subtrama $N - (4 + k)$, en la que k es un valor entero de 1 a K . Como alternativa, el procesador realiza la determinación adicionalmente sobre la base de los elementos de control de MAC, en relación con la operación de DRX, para los cuales se transmite un acuse de recibo por la estación móvil hasta e incluyendo solo la subtrama $N - (3 + k)$, en la que k es un valor entero de 1 a K . La presente invención proporciona una estación base de una primera realización para recibir una notificación de información de calidad de canal y / o un símbolo de referencia de sondeo a partir de una estación móvil un sistema de comunicación móvil en la subtrama N. La subtrama N está configurada para la estación móvil para la transmisión de notificaciones de información de calidad de canal periódicas y / o símbolos de referencia de sondeo periódicos. Un procesador de la estación base determina si la estación móvil se encontrará en el Tiempo Activo de DRX o el Tiempo No Activo de DRX en la subtrama N, al menos sobre la base de:

las concesiones de recursos de enlace ascendente para el canal compartido de enlace ascendente y / o las asignaciones de recursos de enlace descendente para el canal compartido de enlace descendente, que se transmiten a la estación móvil hasta e incluyendo solo la subtrama $N - 4$, y

los temporizadores relacionados con DRX en funcionamiento para la estación móvil, incluyendo al menos uno de un Temporizador de Inactividad de DRX, un Temporizador de Duración de Actividad de DRX y un Temporizador de Retransmisión de DRX,

Un receptor de la estación base recibe la notificación de información de calidad de canal y / o el símbolo de referencia de sondeo a partir de la estación móvil en la subtrama N, en el caso de que se determine mediante el procesador que la estación móvil se encuentra en el Tiempo Activo de DRX en la subtrama N.

La presente invención proporciona un procedimiento de una segunda realización para transmitir una notificación de información de calidad de canal y / o un símbolo de referencia de sondeo de una estación móvil a una estación base en un sistema de comunicación móvil en la subtrama N. La subtrama N está configurada para la estación móvil para la transmisión de notificaciones de información de calidad de canal periódicas y / o símbolos de referencia de sondeo periódicos. Se determina si la estación móvil se encontrará en el Tiempo Activo de DRX o el Tiempo No Activo de DRX en la subtrama N, al menos sobre la base de los elementos de control de MAC, en relación con la operación de DRX, que son recibidos por la estación móvil hasta e incluyendo solo la subtrama $N - (4 + k)$, en la que k es un valor entero de 1 a K . La estación móvil transmite la notificación de información de calidad de canal y / o el símbolo de referencia de sondeo a la estación base en la subtrama N, en el caso de que se determine mediante la etapa de determinación de que la estación móvil se encuentra en el Tiempo Activo de DRX en la subtrama N. De acuerdo con una variante ventajosa del procedimiento de la segunda realización de la invención que se puede usar además de o como alternativa a lo anterior, la estación base determina si la estación móvil se encontrará en el Tiempo Activo de DRX o el Tiempo No Activo de DRX en la subtrama N, al menos sobre la base de los elementos de control de MAC, en relación con la operación de DRX, que se transmiten a la estación móvil hasta e incluyendo solo la subtrama $N - (4 + k)$, en la que k es un valor entero de 1 a K , y sobre la base de la realimentación que se recibe a partir de la estación móvil en relación con el éxito de la decodificación para los elementos de control de MAC. La estación base recibe la notificación de información de calidad de canal y / o el símbolo de referencia de sondeo a partir de la estación móvil en la subtrama N, en el caso de que se determine mediante la determinación de que la estación móvil se encuentra en el Tiempo Activo de DRX en la subtrama N.

De acuerdo con una variante ventajosa del procedimiento de la segunda realización de la invención que se puede usar además de o como alternativa a lo anterior, la determinación ignora cualquier elemento de control de MAC, en relación con la operación de DRX, destinado a la estación móvil en las subtramas $N - (3 + k)$ a N.

De acuerdo con una variante ventajosa del procedimiento de la segunda realización de la invención que se puede usar además de o como alternativa a lo anterior, la estación móvil no transmite la notificación de información de calidad de canal y / o el símbolo de referencia de sondeo a la estación base en la subtrama N, en el caso de que se determine mediante la etapa de determinación de que la estación móvil se encuentra en el Tiempo No Activo de DRX en la subtrama N.

De acuerdo con una variante ventajosa del procedimiento de la segunda realización de la invención que se puede usar además de o como alternativa a lo anterior, la determinación es adicionalmente sobre la base de las concesiones de recursos de enlace ascendente para el canal compartido de enlace ascendente y / o las asignaciones de recursos de enlace descendente para el canal compartido de enlace descendente, que son recibidas por la estación móvil hasta e incluyendo solo la subtrama $N - 4$. Como alternativa, la determinación es adicionalmente sobre la base de las concesiones de recursos de enlace ascendente para el canal compartido de enlace ascendente y / o las asignaciones de recursos de enlace descendente para el canal compartido de enlace descendente, que son recibidas por la estación móvil hasta e incluyendo solo la subtrama $N - (4 + k)$.

5 De acuerdo con una variante ventajosa del procedimiento de la segunda realización de la invención que se puede usar además de o como alternativa a lo anterior, la determinación es adicionalmente sobre la base de los temporizadores relacionados con DRX en funcionamiento para la estación móvil, incluyendo al menos uno de un Temporizador de Inactividad de DRX, un Temporizador de Duración de Actividad de DRX y un Temporizador de Retransmisión de DRX.

10 De acuerdo con una variante ventajosa del procedimiento de la segunda realización de la invención que se puede usar además de o como alternativa a lo anterior, la determinación comprende la etapa de estimación del estado de los temporizadores relacionados con DRX en la subtrama N sobre la base de las concesiones de recursos de enlace ascendente para el canal compartido de enlace ascendente y/o las asignaciones de recursos de enlace descendente para el canal compartido de enlace descendente, que son recibidas por la estación móvil hasta e incluyendo solo la subtrama N - 4, y adicionalmente sobre la base del valor de los temporizadores relacionados con DRX en la subtrama N - 4.

15 De acuerdo con una variante ventajosa del procedimiento de la segunda realización de la invención que se puede usar además de o como alternativa a lo anterior, la estación móvil transmite un acuse de recibo o un no acuse de recibo en la subtrama N - k para el elemento de control de MAC, en relación con la operación de DRX, que es recibido por la estación móvil en la subtrama N - (4 + k). La estación móvil transmite un acuse de recibo o un no acuse de recibo en la subtrama N para un elemento de control de MAC, en relación con la operación de DRX, que es recibido por la estación móvil en la subtrama N - 4.

20 De acuerdo con una variante ventajosa del procedimiento de la segunda realización de la invención que se puede usar además de o como alternativa a lo anterior, el procesamiento de la etapa de determinación se inicia en la estación móvil en la subtrama N - (4 + k), y después de acabar el proceso de la etapa de determinación, preparar por medio de la estación móvil la notificación de calidad de canal y/o el símbolo de referencia de sondeo para la transmisión en la subtrama N para la etapa de transmisión.

25 La presente invención proporciona una estación móvil de la segunda realización para transmitir una notificación de información de calidad de canal y/o un símbolo de referencia de sondeo a una estación base en un sistema de comunicación móvil en la subtrama N. La subtrama N está configurada para la estación móvil para la transmisión de notificaciones de información de calidad de canal periódicas y/o símbolos de referencia de sondeo periódicos. Un procesador de la estación móvil determina si la estación móvil se encontrará en el Tiempo Activo de DRX o el Tiempo No Activo de DRX en la subtrama N, al menos sobre la base de los elementos de control de MAC, en relación con la operación de DRX, que son recibidos por la estación móvil hasta e incluyendo solo la subtrama N - (4 + k), en la que k es un valor entero de 1 a K. Un transmisor de la estación móvil transmite la notificación de información de calidad de canal y/o el símbolo de referencia de sondeo a la estación base en la subtrama N, en el caso de que se determine mediante el procesador que la estación móvil se encuentra en el Tiempo Activo de DRX en la subtrama N.

35 De acuerdo con una variante ventajosa de la estación móvil de la segunda realización de la invención que se puede usar además de o como alternativa a lo anterior, el procesador ignora cualquier elemento de control de MAC, en relación con la operación de DRX, destinado a la estación móvil en las subtramas N - (3 + k) a N.

40 De acuerdo con una variante ventajosa de la estación móvil de la segunda realización de la invención que se puede usar además de o como alternativa a lo anterior, el procesador realiza la determinación adicionalmente sobre la base de las concesiones de recursos de enlace ascendente para el canal compartido de enlace ascendente y/o las asignaciones de recursos de enlace descendente para el canal compartido de enlace descendente, que son recibidas por la estación móvil hasta e incluyendo solo la subtrama N - 4. Como alternativa, el procesador realiza la determinación adicionalmente sobre la base de las concesiones de recursos de enlace ascendente para el canal compartido de enlace ascendente y/o las asignaciones de recursos de enlace descendente para el canal compartido de enlace descendente, que son recibidas por la estación móvil hasta e incluyendo solo la subtrama N - (4 + k).

45 De acuerdo con una variante ventajosa de la estación móvil de la segunda realización de la invención que se puede usar además de o como alternativa a lo anterior, el procesador realiza la determinación adicionalmente sobre la base de los temporizadores relacionados con DRX en funcionamiento para la estación móvil, incluyendo al menos uno de un Temporizador de Inactividad de DRX, un Temporizador de Duración de Actividad de DRX y un Temporizador de Retransmisión de DRX.

55 De acuerdo con una variante ventajosa de la estación móvil de la segunda realización de la invención que se puede usar además de o como alternativa a lo anterior, el procesador realiza la determinación que comprende la etapa de estimación del estado de los temporizadores relacionados con DRX en la subtrama N sobre la base de las concesiones de recursos de enlace ascendente para el canal compartido de enlace ascendente y/o las asignaciones de recursos de enlace descendente para el canal compartido de enlace descendente, que son recibidas por la estación móvil hasta e incluyendo solo la subtrama N - 4, y adicionalmente sobre la base del valor de los temporizadores relacionados con DRX en la subtrama N - 4.

La presente invención proporciona una estación base de la segunda realización para recibir una notificación de información de calidad de canal y / o un símbolo de referencia de sondeo a partir de una estación móvil un sistema de comunicación móvil en la subtrama N. La subtrama N está configurada para la estación móvil para la transmisión de notificaciones de información de calidad de canal periódicas y / o símbolos de referencia de sondeo periódicos.

5 Un procesador de la estación base determina si la estación móvil se encontrará en el Tiempo Activo de DRX o el Tiempo No Activo de DRX en la subtrama N, al menos sobre la base de los elementos de control de MAC, en relación con la operación de DRX, que se transmiten a la estación móvil hasta e incluyendo solo la subtrama N - (4 + k), en la que k es un valor entero de 1 a K, y sobre la base de la realimentación que se recibe a partir de la estación móvil en relación con el éxito de la decodificación para los elementos de control de MAC transmitidos. Un receptor de la estación base recibe la notificación de información de calidad de canal y / o el símbolo de referencia de sondeo a partir de la estación móvil en la subtrama N, en el caso de que se determine mediante el procesador que la estación móvil se encuentra en el Tiempo Activo de DRX en la subtrama N.

La presente invención proporciona un procedimiento de una tercera realización para transmitir una notificación de información de calidad de canal y / o un símbolo de referencia de sondeo de una estación móvil a una estación base en un sistema de comunicación móvil en la subtrama N. La subtrama N está configurada para la estación móvil para la transmisión de notificaciones de información de calidad de canal periódicas y / o símbolos de referencia de sondeo periódicos. Se determina si la estación móvil se encontrará en el Tiempo Activo de DRX o el Tiempo No Activo de DRX en la subtrama N, al menos sobre la base de:

20 las concesiones de recursos de enlace ascendente para el canal compartido de enlace ascendente y / o las asignaciones de recursos de enlace descendente para el canal compartido de enlace descendente, que son recibidas por la estación móvil hasta e incluyendo solo la subtrama N - (4 + k), en la que k es un valor entero de 1 a K, y

los elementos de control de MAC, en relación con la operación de DRX, que son recibidos por la estación móvil hasta e incluyendo solo la subtrama N - (4 + k), en la que k es un valor entero de 1 a K.

25 La estación móvil transmite la notificación de información de calidad de canal y / o el símbolo de referencia de sondeo a la estación base en la subtrama N, en el caso de que se determine mediante la determinación de que la estación móvil se encuentra en el Tiempo Activo de DRX en la subtrama N.

De acuerdo con una variante ventajosa del procedimiento de la tercera realización de la invención que se puede usar además de o como alternativa a lo anterior, la estación base determina si la estación móvil se encontrará en el Tiempo Activo de DRX o el Tiempo No Activo de DRX en la subtrama N, al menos sobre la base de:

30 las concesiones de recursos de enlace ascendente para el canal compartido de enlace ascendente y / o las asignaciones de recursos de enlace descendente para el canal compartido de enlace descendente, que se transmiten a la estación móvil hasta e incluyendo solo la subtrama N - (4 + k), en la que k es un valor entero de 1 a K, y

35 los elementos de control de MAC, en relación con la operación de DRX, que se transmiten a la estación móvil hasta e incluyendo solo la subtrama N - (4 + k), en la que k es un valor entero de 1 a K,

La estación base recibe la notificación de información de calidad de canal y / o el símbolo de referencia de sondeo a partir de la estación móvil en la subtrama N, en el caso de que se determine mediante la etapa de determinación de que la estación móvil se encuentra en el Tiempo Activo de DRX en la subtrama N.

40 De acuerdo con una variante ventajosa del procedimiento de la tercera realización de la invención que se puede usar además de o como alternativa a lo anterior, la determinación es adicionalmente sobre la base de los temporizadores relacionados con DRX en funcionamiento para la estación móvil, incluyendo al menos uno de un Temporizador de Inactividad de DRX, un Temporizador de Duración de Actividad de DRX y un Temporizador de Retransmisión de DRX. Preferiblemente, la determinación comprende entonces estimar el estado de los temporizadores relacionados con DRX en la subtrama N sobre la base de las concesiones de recursos de enlace ascendente para el canal compartido de enlace ascendente y / o las asignaciones de recursos de enlace descendente para el canal compartido de enlace descendente, que son recibidas por la estación móvil hasta e incluyendo solo la subtrama N - 4, y adicionalmente sobre la base del valor de los temporizadores relacionados con DRX en la subtrama N - 4.

50 La presente invención proporciona una estación móvil de la tercera realización para transmitir una notificación de información de calidad de canal y / o un símbolo de referencia de sondeo a una estación base en un sistema de comunicación móvil en la subtrama N. La subtrama N está configurada para la estación móvil para la transmisión de notificaciones de información de calidad de canal periódicas y / o símbolos de referencia de sondeo periódicos. Un procesador de la estación móvil determina si la estación móvil se encontrará en el Tiempo Activo de DRX o el Tiempo No Activo de DRX en la subtrama N, al menos sobre la base de:

55 las concesiones de recursos de enlace ascendente para el canal compartido de enlace ascendente y / o las asignaciones de recursos de enlace descendente para el canal compartido de enlace descendente, que son

recibidas por la estación móvil hasta e incluyendo solo la subtrama $N - (4 + k)$, en la que k es un valor entero de 1 a K , y

los elementos de control de MAC, en relación con la operación de DRX, que son recibidos por la estación móvil hasta e incluyendo solo la subtrama $N - (4 + k)$, en la que k es un valor entero de 1 a K ,

- 5 Un transmisor de la estación móvil transmite la notificación de información de calidad de canal y / o el símbolo de referencia de sondeo a la estación base en la subtrama N , en el caso de que se determine mediante el procesador que la estación móvil se encuentra en el Tiempo Activo de DRX en la subtrama N .

De acuerdo con una variante ventajosa de la estación móvil de la tercera realización de la invención que se puede usar además de o como alternativa a lo anterior, el procesador realiza la determinación adicionalmente sobre la base de los temporizadores relacionados con DRX en funcionamiento para la estación móvil, incluyendo al menos uno de un Temporizador de Inactividad de DRX, un Temporizador de Duración de Actividad de DRX y un Temporizador de Retransmisión de DRX.

La presente invención también proporciona una estación base de la tercera realización para recibir una notificación de información de calidad de canal y / o un símbolo de referencia de sondeo a partir de una estación móvil un sistema de comunicación móvil en la subtrama N . La subtrama N está configurada para la estación móvil para la transmisión de notificaciones de información de calidad de canal periódicas y / o símbolos de referencia de sondeo periódicos. Un procesador de la estación base determina si la estación móvil se encontrará en el Tiempo Activo de DRX o el Tiempo No Activo de DRX en la subtrama N , al menos sobre la base de:

las concesiones de recursos de enlace ascendente para el canal compartido de enlace ascendente y / o las asignaciones de recursos de enlace descendente para el canal compartido de enlace descendente, que se transmiten a la estación móvil hasta e incluyendo solo la subtrama $N - (4 + k)$, en la que k es un valor entero de 1 a K , y

los elementos de control de MAC, en relación con la operación de DRX, que se transmiten a la estación móvil hasta e incluyendo solo la subtrama $N - (4 + k)$, en la que k es un valor entero de 1 a K .

- 25 Un receptor de la estación base recibe la notificación de información de calidad de canal y / o el símbolo de referencia de sondeo a partir de la estación móvil en la subtrama N , en el caso de que se determine mediante la etapa de determinación de que la estación móvil se encuentra en el Tiempo Activo de DRX en la subtrama N .

La presente invención proporciona adicionalmente un procedimiento de una cuarta realización para transmitir una notificación de información de calidad de canal y / o un símbolo de referencia de sondeo de una estación móvil a una estación base en un sistema de comunicación móvil en la subtrama N . La subtrama N está configurada para la estación móvil para la transmisión de notificaciones de información de calidad de canal periódicas y / o símbolos de referencia de sondeo periódicos. Se determina si la estación móvil se encontrará en el Tiempo Activo de DRX o el Tiempo No Activo de DRX en la subtrama N , al menos sobre la base de los elementos de control de MAC, en relación con la operación de DRX, para los cuales se transmite un acuse de recibo por la estación móvil hasta e incluyendo la subtrama $N - (3 + k)$, en la que k es un valor entero de 1 a K . La estación móvil transmite la notificación de información de calidad de canal y / o el símbolo de referencia de sondeo a la estación base en la subtrama N , en el caso de que se determine mediante la determinación de que la estación móvil se encuentra en el Tiempo Activo de DRX en la subtrama N .

De acuerdo con una variante ventajosa del procedimiento de la cuarta realización de la invención que se puede usar además de o como alternativa a lo anterior, la estación base determina si la estación móvil se encontrará en el Tiempo Activo de DRX o el Tiempo No Activo de DRX en la subtrama N , al menos sobre la base de los elementos de control de MAC, en relación con la operación de DRX, para los cuales se recibe un acuse de recibo a partir de la estación móvil hasta e incluyendo la subtrama $N - (3 + k)$, en la que k es un valor entero de 1 a K . La estación base recibe la notificación de información de calidad de canal y / o el símbolo de referencia de sondeo a partir de la estación móvil en la subtrama N , en el caso de que se determine mediante la etapa de determinación de que la estación móvil se encuentra en el Tiempo Activo de DRX en la subtrama N .

De acuerdo con una variante ventajosa del procedimiento de la cuarta realización de la invención que se puede usar además de o como alternativa a lo anterior, la determinación es adicionalmente sobre la base de los temporizadores relacionados con DRX en funcionamiento para la estación móvil, incluyendo al menos uno de un Temporizador de Inactividad de DRX, un Temporizador de Duración de Actividad de DRX y un Temporizador de Retransmisión de DRX. Preferiblemente, esto se puede realizar mediante la estimación del estado de los temporizadores relacionados con DRX en la subtrama N sobre la base de las concesiones de recursos de enlace ascendente para el canal compartido de enlace ascendente y / o las asignaciones de recursos de enlace descendente para el canal compartido de enlace descendente, que son recibidas por la estación móvil hasta e incluyendo solo la subtrama $N - 4$, y adicionalmente sobre la base del valor de los temporizadores relacionados con DRX en la subtrama $N - 4$.

De acuerdo con una variante ventajosa del procedimiento de la cuarta realización de la invención que se puede usar además de o como alternativa a lo anterior, la determinación ignora cualquier elemento de control de MAC, en

relación con la operación de DRX, para el cual se transmite un acuse de recibo por la estación móvil en las subtramas $N - (2 + k)$ a N .

5 De acuerdo con una variante ventajosa del procedimiento de la cuarta realización de la invención que se puede usar además de o como alternativa a lo anterior, la determinación es adicionalmente sobre la base de las concesiones de recursos de enlace ascendente para el canal compartido de enlace ascendente y / o las asignaciones de recursos de enlace descendente para el canal compartido de enlace descendente, que son recibidas por la estación móvil hasta e incluyendo solo la subtrama $N - 4$.

10 La presente invención proporciona adicionalmente una estación móvil de la cuarta realización para transmitir una notificación de información de calidad de canal y / o un símbolo de referencia de sondeo a una estación base en un sistema de comunicación móvil en la subtrama N . La subtrama N está configurada para la estación móvil para la transmisión de notificaciones de información de calidad de canal periódicas y / o símbolos de referencia de sondeo periódicos. Un procesador de la estación móvil determina si la estación móvil se encontrará en el Tiempo Activo de DRX o el Tiempo No Activo de DRX en la subtrama N , al menos sobre la base de los elementos de control de MAC, en relación con la operación de DRX, para los cuales se transmite un acuse de recibo por la estación móvil hasta e incluyendo la subtrama $N - (3 + k)$, en la que k es un valor entero de 1 a K . Un transmisor de la estación móvil transmite la notificación de información de calidad de canal y / o el símbolo de referencia de sondeo a la estación base en la subtrama N , en el caso de que se determine mediante el procesador que la estación móvil se encuentra en el Tiempo Activo de DRX en la subtrama N .

20 De acuerdo con una variante ventajosa de la estación móvil de la cuarta realización de la invención que se puede usar además de o como alternativa a lo anterior, el procesador realiza la determinación adicionalmente sobre la base de los temporizadores relacionados con DRX en funcionamiento para la estación móvil, incluyendo al menos uno de un Temporizador de Inactividad de DRX, un Temporizador de Duración de Actividad de DRX y un Temporizador de Retransmisión de DRX. Como alternativa, el procesador realiza la determinación adicionalmente sobre la base de las concesiones de recursos de enlace ascendente para el canal compartido de enlace ascendente y / o las asignaciones de recursos de enlace descendente para el canal compartido de enlace descendente, que son recibidas por la estación móvil hasta e incluyendo solo la subtrama $N - 4$.

25 De acuerdo con una variante ventajosa de la estación móvil de la cuarta realización de la invención que se puede usar además de o como alternativa a lo anterior, el procesador realiza la determinación al ignorar cualquier elemento de control de MAC, en relación con la operación de DRX, para el cual se transmite un acuse de recibo por la estación móvil en las subtramas $N - (2 + k)$ a N .

30 La presente invención proporciona adicionalmente una estación base de la cuarta realización para recibir una notificación de información de calidad de canal y / o un símbolo de referencia de sondeo a partir de una estación móvil un sistema de comunicación móvil en la subtrama N . La subtrama N está configurada para la estación móvil para la transmisión de notificaciones de información de calidad de canal periódicas y / o símbolos de referencia de sondeo periódicos. Un procesador de la estación base determina si la estación móvil se encontrará en el Tiempo Activo de DRX o el Tiempo No Activo de DRX en la subtrama N , al menos sobre la base de los elementos de control de MAC, en relación con la operación de DRX, para los cuales se recibe un acuse de recibo a partir de la estación móvil hasta e incluyendo la subtrama $N - (3 + k)$, en la que k es un valor entero de 1 a K . Un receptor de la estación base recibe la notificación de información de calidad de canal y / o el símbolo de referencia de sondeo a partir de la estación móvil en la subtrama N , en el caso de que se determine mediante la etapa de determinación de que la estación móvil se encuentra en el Tiempo Activo de DRX en la subtrama N .

35 La presente invención proporciona adicionalmente un procedimiento de una quinta realización para transmitir una notificación de información de calidad de canal y / o un símbolo de referencia de sondeo de una estación móvil a una estación base en un sistema de comunicación móvil, en la subtrama N . La subtrama N está configurada para la estación móvil para la transmisión de notificaciones de información de calidad de canal periódicas y / o símbolos de referencia de sondeo periódicos. La estación móvil transmite la notificación de información de calidad de canal y / o el símbolo de referencia de sondeo a la estación base en la subtrama N , en el caso de que la estación móvil se encuentre en el Tiempo Activo de DRX en la subtrama $N - k$, en la que k es un valor entero de 1 a K .

40 La presente invención proporciona adicionalmente una estación móvil de la quinta realización para transmitir una notificación de información de calidad de canal y / o un símbolo de referencia de sondeo a una estación base en un sistema de comunicación móvil en la subtrama N . La subtrama N está configurada para la estación móvil para la transmisión de notificaciones de información de calidad de canal periódicas y / o símbolos de referencia de sondeo periódicos. Un transmisor de la estación móvil transmite la notificación de información de calidad de canal y / o el símbolo de referencia de sondeo a la estación base en la subtrama N , en el caso de que la estación móvil se encuentre en el Tiempo Activo de DRX en la subtrama $N - k$, en la que k es un valor entero de 1 a K .

45 La presente invención proporciona adicionalmente una estación base de la quinta realización para recibir una notificación de información de calidad de canal y / o un símbolo de referencia de sondeo a partir de una estación móvil un sistema de comunicación móvil en la subtrama N . La subtrama N está configurada para la estación móvil para la transmisión de notificaciones de información de calidad de canal periódicas y / o símbolos de referencia de

sondeo periódicos. Un receptor de la estación base transmite la notificación de información de calidad de canal y / o el símbolo de referencia de sondeo a la estación base en la subtrama N, en el caso de que la estación móvil se encuentre en el Tiempo Activo de DRX en la subtrama N - k, en la que k es un valor entero de 1 a K.

Breve descripción de las figuras

- 5 En lo sucesivo, la invención se describe con más detalle con referencia a las figuras y dibujos adjuntos. A continuación, la invención se describe con más detalle en referencia a las figuras y dibujos adjuntos.
- 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 global de E-UTRAN de LTE de 3GPP,
- 10 **la figura 3** muestra unas fronteras de subtrama a modo de ejemplo en una portadora de componente de enlace descendente tal como se define para LTE de 3GPP (Edición 8 / 9),
- la figura 4** muestra una malla de recursos de enlace descendente a modo de ejemplo de un intervalo de enlace descendente tal como se define para LTE de 3GPP (Edición 8 / 9),
- 15 **las figuras 5 y 6** muestran la estructura de Capa 2 de LTE-A de 3GPP (Edición 10) con una agregación de portadoras activada para el enlace descendente y el enlace ascendente, de forma respectiva,
- la figura 7** muestra un diagrama de estados para un terminal móvil y en particular los estados RRC_CONNECTED y RRC_IDLE y las funciones a realizar por el terminal móvil en estos estados,
- 20 **la figura 8** ilustra la operación de DRX de un terminal móvil, y en particular la oportunidad de DRX, la duración de actividad, de acuerdo con el ciclo de DRX corto y largo,
- las figuras 9 a 12** son unos diagramas de subtramas que ilustran el funcionamiento de terminal móvil y de estación base para la primera realización de la invención, para diferentes escenarios dependiendo de la subtrama en la que se recibe un PDCCH,
- 25 **las figuras 13 y 14** son unos diagramas de subtramas que ilustran el funcionamiento de terminal móvil y de estación base y un problema que sigue existiendo de la ambigüedad,
- las figuras 15 y 16** son unos diagramas de subtramas que ilustran el funcionamiento de terminal móvil y de estación base para la segunda realización de la invención,
- las figuras 17 a 19** son unos diagramas de subtramas que ilustran el funcionamiento de terminal móvil y de estación base para la cuarta realización de la invención, y
- 30 **la figura 20** es un diagrama de subtramas que ilustra el funcionamiento de terminal móvil y de estación base para la quinta realización de la invención.

Descripción detallada de la invención

Los siguientes párrafos describirán diversas realizaciones de la invención. Solo con fines de ejemplo, la mayoría de las realizaciones se bosquejan en relación con un esquema de acceso por radio de acuerdo con sistemas de comunicación móviles de LTE de 3GPP (Edición 8 / 9) y de LTE-A (Edición 11 / 12), que se analizan en parte en la sección de Antecedentes de la técnica en lo que antecede. Cabe señalar que la invención se puede usar de forma ventajosa, por ejemplo, en un sistema de comunicación móvil tal como los sistemas de comunicación de LTE-A de 3GPP (Edición 10 / 11 / 12), tal como se describe en la sección de Antecedentes de la técnica en lo que antecede, pero la invención no se limita a su uso en esta red de comunicaciones particular a modo de ejemplo.

40 La expresión “**estatus de DRX**” que se usa en las reivindicaciones y también por la totalidad de la descripción se refiere a que la estación móvil se encuentra o bien en el “**Tiempo Activo de DRX**” o bien en el “**Tiempo No Activo de DRX**”. El “**Tiempo Activo de DRX**” indica principalmente el tiempo durante el cual la estación móvil está supervisando el PDCCH y realiza otras tareas tales como la transmisión de SRS periódico o de CSI periódica, tal como se configura. El “**Tiempo No Activo de DRX**” indica principalmente el tiempo durante el cual la estación móvil no supervisa el PDCCH y no transmite el SRS periódico y / o la CSI periódica.

45 La expresión “**hasta e incluyendo solo la subtrama N - 4**”, y expresiones similares para N - (4 + k) etc., que se usan en las reivindicaciones y también por la totalidad de la descripción, han de limitar las subtramas que se han de considerar para la determinación. La expresión se refiere, de forma correspondiente, solo a las subtramas N - 4, N - 5, N - 6, N - 7, N - 8, N - 9, etc. De forma correspondiente, las subtramas N - 3, N - 2, N - 1 y la subtrama actual N no se han de incluir de acuerdo con la expresión y, por lo tanto, se ignoran (se descartan), es decir, no se consideran, para la determinación. Otra expresión equivalente es “solo las subtramas antes de la subtrama N - 3”.

La expresión “en la subtrama N - 4”, y expresiones similares que hacen referencia a otros índices de subtrama, que se usan en la descripción, no se debería de entender necesariamente como que quieren decir que el proceso (por ejemplo, estimación) se va a realizar completamente en dicha subtrama indicada, sino más bien que el proceso se inicia en dicha subtrama indicada, y puede avanzar bien hasta las subtramas posteriores si el procesamiento como tal necesita más tiempo para terminarse. Por supuesto, esto depende en parte de la implementación de la estación móvil o la estación base que ejecuta dicho proceso.

A continuación, se explicarán en detalle varias realizaciones de la invención. Las explicaciones no se han de entender como limitantes de la invención, sino como un mero ejemplo de realizaciones de la invención para entender mejor la invención. Un experto en la materia debe ser consciente de que los principios generales de la invención tal como se establecen en las reivindicaciones se pueden aplicar a diferentes escenarios y en formas que no se describen de manera explícita en el presente documento. En consecuencia, los siguientes escenarios, que se suponen con fines explicativos, de las diversas realizaciones, no han de limitar la invención como tal.

Un aspecto principal de la invención es hacer determinista la determinación de si transmitir, o no, la CSI / SRS, es decir, en donde el resultado de la determinación se puede determinar por adelantado; o dicho de forma diferente, no está implicada aleatoriedad alguna.

Para las siguientes realizaciones de la invención, se supone que la subtrama N está configurada para una notificación de CSI / SRS periódica. Para facilitar la explicación, se supone que la CSI periódica y el SRS periódico están configurados para la misma subtrama (es decir, la subtrama N); no obstante, este no necesariamente es siempre el caso. Las realizaciones de la invención se pueden aplicar bien a casos en los que el SRS y la CSI periódica están configurados para diferentes subtramas, caso en el cual las realizaciones de la invención se han de aplicar por separado para la CSI y el SRS.

Además, las figuras que se analizan en lo sucesivo para explicar las diversas realizaciones de la invención suponen la situación ideal en la que el tiempo de procesamiento en el UE / eNodeB es despreciable y no se tiene en cuenta para fines de ilustración. Por supuesto, en una implementación en el mundo real, los UE y el eNodeB necesitan un determinado tiempo de procesamiento (por ejemplo, varias subtramas) para descodificar de forma apropiada una transmisión de enlace descendente y procesar la información descodificada en consecuencia. Por ejemplo, después de recibir una instrucción de CE de MAC de DRX de entrar en DRX, se supone que el UE entra inmediatamente en el modo de DRX en la siguiente subtrama de acuerdo con la norma; no obstante, esto no será posible en realidad, debido a que el UE necesitará tiempo para procesar el CE de MAC de DRX y, en la práctica, solo puede entrar en DRX con, por ejemplo, un retardo de 2 subtramas.

Primera realización

De acuerdo con un primer conjunto de realizaciones de la invención, en lugar de actuar de acuerdo con el estatus de DRX en el momento de la transmisión de enlace ascendente real, el UE estima en la subtrama N - 4 el estatus de DRX de una subtrama que se encuentra 4 subtramas más adelante (es decir, la subtrama N) y decide sobre la base del estatus estimado si transmitir, o no, la CSI / SRS periódico. Para la estimación, el UE considera todos los PDCCH (es decir, las concesiones de recursos de enlace ascendente y / o las asignaciones de recursos de enlace descendente) que se reciben hasta la subtrama N - 4 (que tiene una posible influencia sobre el estatus de DRX de UE para la subtrama N), pero no considera PDCCH alguno recibido después de la subtrama N - 4, es decir, en las subtramas N - 3, N - 2, N - 1 y N. La razón por la cual el UE mira 4 subtramas más adelante, es que esto se corresponde con los mismos requisitos de temporización que se definen en la excepción que se ha indicado en lo que antecede sobre la transmisión de CSI periódica en el PUCCH y la transmisión de SRS periódica que se introduce para la Edición 8 / 9 / 10 de LTE en la norma TS 36.321.

Además, la estimación no es solo sobre la base de las concesiones de UL / asignaciones de DL tal como acaba de mencionarse sino que es también sobre la base de al menos uno del temporizador o temporizadores relacionados con DRX en funcionamiento para la estación móvil en el momento de la subtrama N, tal como el Temporizador de Inactividad, el Temporizador de Duración de Actividad y / o el Temporizador de Retransmisión. Los temporizadores de DRX por lo general tienen una influencia directa sobre el estatus de DRX de una subtrama; es decir, si el UE se encuentra, o no, en el Tiempo Activo en la subtrama N. No todos los temporizadores se pueden encontrar en funcionamiento al mismo tiempo. Además, no se ha de considerar, de hecho, la totalidad de los temporizadores de DRX que están configurados para la estación móvil; se podría tener en cuenta solo un subconjunto (por ejemplo, un temporizador de DRX) de los temporizadores de DRX. Por ejemplo, sería posible considerar solo el Temporizador de Duración de Actividad, pero no el Temporizador de Retransmisión, incluso si el mismo actualmente se encuentra en funcionamiento cuando se realiza la determinación en lo que respecta a si transmitir, o no, la CSI / SRS.

En particular, el UE estima los valores y estatus del temporizador o temporizadores de DRX en la subtrama N y, por lo tanto, prevé si el mismo se encontrará, o no, en el Tiempo Activo en la subtrama N dependiendo del estatus / valor de temporizador de DRX estimado en la subtrama N. Por supuesto, preferiblemente, solo se deberían considerar los temporizadores relacionados con DRX cuyo valor en la subtrama N ya se puede extrapolar en la subtrama N - 4.

Una vez más, no obstante, el UE considera solo aquellos temporizadores de DRX cuyo valor en la subtrama N ya es

conocido en la subtrama N-4, por ejemplo, el UE ya sabe en la subtrama N-4 sobre la base de las concesiones / asignaciones que se reciben hasta e incluyendo la subtrama N-4 que el Temporizador de Duración de Actividad / temporizador de retransmisión de DRX está funcionando en la subtrama N; en el caso de que un valor de temporizador de DRX se restablezca o de que se aborte el temporizador de DRX debido a la recepción de un PDCCH, un CE de MAC de DRX o una retransmisión después de la subtrama N-4 (es decir, en las subtramas N-3, N-2, N-1, N), esto no se considera para la estimación. De forma correspondiente, la estimación considerando los temporizadores relacionados con DRX es sobre la base de las concesiones de recursos de enlace ascendente para el canal compartido de enlace ascendente y / o las asignaciones de recursos de enlace descendente para el canal compartido de enlace descendente, que son recibidas por el UE hasta e incluyendo solo la subtrama N-4, y adicionalmente sobre la base de la estimación del estatus / valores de los temporizadores relacionados con DRX en la subtrama N.

Al considerar adicionalmente el temporizador o temporizadores relacionados con DRX, se aumenta la precisión de la estimación de si la subtrama N es el Tiempo Activo o el Tiempo No Activo para la estación móvil y, por lo tanto, se aumenta la utilidad de CSI / SRS.

En general, el UE ha de transmitir CSI / SRS al eNodeB en el caso de que se estime que la subtrama N es Activa en DRX, es decir, que el UE se encuentra en el Tiempo Activo, sobre la base de la información que se ha explicado en lo que antecede. Por otro lado, el UE no ha de transmitir una CSI / SRS al eNodeB en el caso de que se estime que la subtrama N es No Activa en DRX, es decir, que el UE se encuentra en el Tiempo No Activo, sobre la base de la información que se ha explicado en lo que antecede. En ambos casos, la transmisión de la CSI / SRS es dependiendo del resultado de estimación para el estatus de DRX, pero es independiente del estatus de DRX real del UE en la subtrama N; este último puede diferir con respecto al estatus de DRX estimado del UE en la subtrama N. De forma correspondiente, el UE podría tener que transmitir un CSI / SRS incluso a pesar de que el UE se encuentra en el Tiempo No Activo en la subtrama N; o a la inversa, el UE no transmite CSI / SRS incluso a pesar de que el UE se encuentra en el Tiempo Activo en la subtrama N.

La estimación del estatus de la subtrama N de antemano tal como se ha explicado en lo que antecede también se realiza en el eNodeB. Por lo tanto, el eNodeB, que tiene la misma información que el UE con respecto a la estimación, llegará al mismo resultado de la estimación y, por lo tanto, sabe si el UE transmitirá, o no, la CSI / SRS en la subtrama N. Por consiguiente, el eNodeB esperará la transmisión de CSI / SRS por parte del UE en la subtrama N y recibirá la CSI / SRS por consiguiente, en el caso de un resultado de estimación positivo, o no esperará y no intentará recibir la CSI / SRS en el caso de un resultado de estimación negativo. Ya no es necesaria una decodificación doble en el eNodeB, lo que conduce a una menor complejidad del eNodeB. La estimación tal como se explica es determinista y, por lo tanto, conduce a unos resultados previsibles de la estimación tanto para el eNodeB como para el UE.

Además, este procedimiento dota, básicamente, al UE de 4 subtramas para detectar la recepción del PDCCH y la preparación de la transmisión de CSI / SRS.

La explicación anterior quedará clara en conexión con las siguientes figuras 9 - 12.

Las figuras 9 y 10 ilustran la operación de DRX de una estación móvil y una estación base para la transmisión o no transmisión de CSI / SRS dependiendo del resultado de la estimación tal como se explicará. Tal como es evidente, se supone que el UE se encuentra en el Tiempo Activo, el Temporizador de Inactividad de DRX está funcionando y expiraría en la subtrama N-2, con la condición de que no se haya recibido PDDCH alguno antes. Un PDCCH (ya sea el mismo una concesión de enlace ascendente o una asignación de enlace descendente) se recibe en la subtrama N-3, y las subtramas N-10 y N están configuradas para una transmisión de CSI / SRS periódica. De forma correspondiente, el UE notifica una CSI / SRS en la subtrama N-10 (lo que no se considera para la explicación) y necesita decidir a continuación si notificar, o no, CSI / SRS en la subtrama N.

El UE así como el eNodeB determinan a continuación si el UE ha de transmitir, o no, CSI / SRS tal como se configura en la subtrama N, o no. De forma correspondiente, la determinación es sobre la base de si se determina que la subtrama N se encuentra Activa o No Activa para el UE. Dicho de forma diferente, la información en relación con el estatus de DRX de una subtrama, disponible hasta e incluyendo la subtrama N-4 se considera para la determinación, mientras que la información disponible después de la subtrama N-4 se descarta para la determinación (pero se sigue procesando en consecuencia para otros procesos).

Por lo tanto, en la figura 9 el PDCCH se recibe en la subtrama N-3, es decir, después de la subtrama N-4 y, por lo tanto, se descarta para la determinación en lo que respecta a si el UE ha de transmitir, o no, CSI / SRS en la subtrama N. Por otro lado, el PDCCH de la subtrama N-3 se considera como tal para reiniciar el Temporizador de Inactividad de DRX de acuerdo con el comportamiento de UE habitual, lo que, por lo tanto, conduce al caso de que el UE permanece en el Tiempo Activo.

No obstante, para la determinación de si transmitir, o no, la CSI / SRS, el UE y el eNodeB determinan que el UE se encontraría en el Tiempo No Activo en la subtrama N (en contraposición a la situación real), por la siguiente razón: hasta e incluyendo la subtrama N-4 no se recibió PDCCH alguno para reiniciar el Temporizador de Inactividad de

DRX; por lo tanto, el UE y el eNodeB determinan, sobre la base del valor actual del Temporizador de Inactividad de DRX en la subtrama N - 4, que el Temporizador de Inactividad de DRX expirará, de hecho, en la subtrama N - 2. Debido a la expiración supuesta del Temporizador de Inactividad de DRX, el UE y el eNodeB determinan que el UE se encontrará en el Tiempo No Activo en la subtrama N (lo que no es cierto, debido al PDCCH no considerado en la subtrama N - 3) y, por lo tanto, el UE no transmitirá una CSI / SRS contraria a la configuración (véase la figura 9, "Sin transmisión de UL"). El eNodeB no esperará transmisión alguna de CSI / SRS a partir del UE y, por lo tanto, ni siquiera intentará recibir CSI / SRS.

El escenario a modo de ejemplo de la figura 10 es bastante similar al que se presenta en la figura 9, con la importante excepción de que el PDCCH se recibe en la subtrama N - 4 en lugar de en la subtrama N - 3. En consecuencia, la determinación en lo que respecta a si transmitir, o no, la CSI / SRS en la subtrama configurada N, en este caso también considera el PDCCH en la subtrama N - 4. El Temporizador de Inactividad de DRX se reinicia en la subtrama N - 4, debido al PDCCH recibido. El proceso de estimación estima que el estatus de DRX del UE para la subtrama N es el Tiempo Activo (suponiendo que el Temporizador de Inactividad de DRX no haya expirado en la subtrama N), lo que quiere decir que el UE ha de notificar la CSI / SRS tal como se configura. El eNodeB llega a la misma conclusión sobre la base de la misma información y, por lo tanto, espera la notificación de CSI / SRS a partir del UE. Ya no es necesaria una descodificación doble en el eNodeB, debido a que el eNB y el UE llegan al mismo resultado de estimación inequívoco.

En la figura 11 se presenta un escenario de DRX diferente, sobre la base de lo cual se explicará adicionalmente la primera realización que se ha descrito en lo que antecede. Se supone que el UE se encuentra en el modo de DRX, en particular en el ciclo de DRX corto, en el que los periodos de Duración de Actividad (el Tiempo Activo) se alternan con Oportunidades de DRX (Periodos No Activos). En el presente ejemplo, la Duración de Actividad se toma como de una longitud de tres subtramas, siendo el ciclo de DRX corto de una longitud de 7 subtramas; el Tiempo No Activo es, por lo tanto, de 4 subtramas. Una vez más, se considera que las subtramas N - 10 y N están configuradas para una notificación de CSI / SRS periódica. El Temporizador de Duración de Actividad está funcionando en la estación móvil.

Debido a que la realización que se ha explicado en lo que antecede también considera los temporizadores relacionados con DRX en el UE, el UE y el eNB pueden estimar en la subtrama N - 4, considerando las concesiones / asignaciones que se reciben hasta e incluyendo la subtrama N - 4, que el UE se encontrará en el Tiempo Activo en la subtrama N, es decir, el temporizador de Duración de Actividad está funcionando. Al tener en cuenta el temporizador de ciclo de DRX corto y el Temporizador de Duración de Actividad para la estimación, el UE así como el eNB pueden estimar con exactitud cuándo el UE se encontrará en el Tiempo Activo y el Tiempo No Activo. Una vez más, el UE y el eNodeB consideran las concesiones de UL / asignaciones de DL que se reciben hasta e incluyendo solo la subtrama N - 4, lo que en este caso, no obstante, quiere decir que no se considera PDCCH alguno debido a que no se ha recibido recientemente PDCCH alguno. Esto quiere decir, en primera instancia, que el UE se sigue encontrando en el modo de DRX, alternando los Tiempos Activos con los Tiempos No Activos. Cuando solo se consideran las concesiones de UL / asignaciones de DL, el UE / eNodeB estimaría que el UE se encuentra en el Tiempo No Activo en la subtrama N, debido a que no se recibió PDCCH alguno a tiempo (hasta e incluyendo la subtrama N - 4) para "despertar" el UE. No obstante, al considerar adicionalmente los temporizadores relacionados con DRX en la subtrama N - 4 (en particular el valor del temporizador de ciclo de DRX corto y el Temporizador de Duración de Actividad), se puede prever que el UE se encontrará en el Tiempo Activo en la subtrama N y, por lo tanto, ha de notificar la CSI / SRS. Tanto el UE como el eNodeB llegan al mismo resultado de determinación y, por lo tanto, el UE transmite la notificación de CSI y el SRS, y el eNodeB espera la CSI / SRS sin la necesidad de una descodificación doble.

Un escenario similar de la operación de DRX se explica en conexión con la figura 12, en el que no obstante, la Duración de Actividad es de solo 2 subtramas y la oportunidad de DRX es de una longitud de 5 subtramas. Tal como es evidente a partir de la figura 12, en las subtramas N - 2 y N - 1 el UE se encontraría en el Tiempo Activo de la Duración de Actividad. En la subtrama N - 2, se supone que el UE recibe un PDCCH (ya sea el mismo una concesión de UL o una asignación de DL). En cualquier caso, de forma ideal, el UE despierta a partir de la recepción del PDCCH, es decir, a partir de la subtrama N - 1 e inicia el Temporizador de Inactividad de DRX en la subtrama N - 2. El UE se encuentra, por lo tanto, en el Tiempo Activo en la subtrama N (suponiendo que el Temporizador de Inactividad de DRX no expire antes de la subtrama N) y debería notificar la CSI / SRS tal como se configura. Este caso es un ejemplo en el que la notificación de DRX caería en la fase transitoria después de la recepción de un PDCCH, en la que el eNodeB necesita realizar una descodificación doble para determinar si se transmite, o no, en la práctica, CSI / SRS.

De acuerdo con la presente realización no obstante, es posible llegar a un comportamiento previsible del UE que evita la necesidad de una descodificación doble en el eNodeB. De acuerdo con la presente realización, solo se consideran las concesiones de UL y las asignaciones de DL que se reciben hasta e incluyendo la subtrama N - 4 para determinar si transmitir, o no, la CSI / SRS periódico tal como se configura. El PDCCH se recibe en la subtrama N - 2 y, en consecuencia, se descarta para la estimación, lo que, en combinación con los valores / estatus de temporizador relacionado con DRX conduce al resultado de estimación de que el UE se encuentra en el Tiempo No Activo en la subtrama N y, por lo tanto, el UE no ha de transmitir una CSI / SRS al eNodeB. De forma correspondiente, el UE no transmite CSI / SRS a pesar de que el mismo se encuentra en el Tiempo Activo en la

subtrama N, debido al PDCCH recibido en la subtrama N - 2.

Por lo tanto, considerar adicionalmente los temporizadores relacionados con DRX es beneficioso y, dependiendo de las circunstancias, puede conducir a un resultado de estimación diferente del de no considerar los temporizadores relacionados con DRX. A pesar de que para los escenarios que se han explicado en lo que antecede solo se consideraron algunos de los relacionados con DRX, la realización de la invención permite considerar todas o cualquiera de las combinaciones de los temporizadores relacionados con DRX, dependiendo también de qué temporizadores de DRX se encuentran actualmente en funcionamiento, tal como el temporizador de retransmisión de DRX o el temporizador de ciclo de DRX largo. Por lo tanto, la realización de la invención no ha de estar restringida meramente a los escenarios a modo de ejemplo que se han explicado en lo que antecede.

10 La razón por la cual la consideración del temporizador de Duración de Actividad resulta atractiva para la determinación de si enviar CSI / SRS, o no, es que el móvil puede saber de antemano cuándo está funcionando el temporizador de Duración de Actividad sobre la base de la fórmula que se da en la sección 5.7 de TS36.321.

- Si se usa el ciclo de DRX corto y $[(SFN * 10) + \text{número de subtramas}] \text{ módulo } (\text{ciclo de DRX corto}) = (\text{Desplazamiento de Inicio de drx}) \text{ módulo } (\text{ciclo de DRX corto});$ o

15 - si se usa el ciclo de DRX largo y $[(SFN * 10) + \text{número de subtramas}] \text{ módulo } (\text{ciclo de DRX largo}) = \text{Desplazamiento de Inicio de drx};$

- iniciar el Temporizador de Duración de Actividad.

20 Tal como se puede ver a partir de la fórmula, las subtramas en las que el temporizador de Duración de Actividad está funcionando se puede determinar de forma inequívoca por la estación móvil y el eNodeB para los diferentes ciclos de DRX. No obstante, si se usa el Ciclo Corto de DRX o el ciclo largo de DRX en una subtrama específica depende de otros factores como el estatus del Temporizador de Inactividad de DRX y, de forma correspondiente, el estatus de recepción de PDCCH. Por lo tanto, de acuerdo con la realización que se ha mencionado en lo que antecede, el UE considerará las concesiones / asignaciones que se reciben hasta e incluyendo la subtrama N - 4 con el fin de determinar si el temporizador de Duración de Actividad está funcionando en la subtrama N o, dicho de otra forma, el UE considerará las asignaciones / concesiones que se reciben hasta e incluyendo solo la subtrama N - 4, con el fin de determinar si en la subtrama N se usa el ciclo Corto de DRX o el ciclo largo de DRX y, en consecuencia, si el temporizador de Duración de Actividad está funcionando o no.

30 De una forma similar, el temporizador de retransmisión de DRX se puede considerar para la determinación de si enviar información de CSI / SRS en una subtrama específica. Debido a que el UE inicia el temporizador de retransmisión de DRX para el caso de que un bloque de transporte o PDSCH no se pudiera descodificar de forma correcta con el fin de supervisar el PDCCH en busca de retransmisiones adicionales del bloque de transporte, el UE ya sabe, con algunas subtramas de antelación, si el temporizador de retransmisión de DRX se encontrará en funcionamiento en una subtrama específica. Por ejemplo, cuando UE debería determinar si transmitir la CSI / SRS periódico en la subtrama N, el UE ya sabe en la subtrama N - 4 si el temporizador de retransmisión de DRX se encontrará en funcionamiento en la subtrama N debido a que la realimentación de HARQ para una transmisión de PDSCH potencial que podría desencadenar el inicio del temporizador de retransmisión de DRX en la subtrama N se habría enviado en la subtrama N - 4. Por ejemplo, en el caso de que una transmisión de PDSCH estuviera programada en la subtrama N - 8 por un PDCCH que no se pudiera descodificar de forma correcta, el UE enviará un NACK en la subtrama N - 4. Por lo tanto, el UE y también el eNB saben que el UE iniciará el temporizador de retransmisión de DRX en la subtrama N con el fin de supervisar en busca de retransmisiones potenciales.

45 La realización anterior se ha explicado e ilustrado en las figuras como si no fuera necesario tiempo de procesamiento alguno para el UE y el eNodeB, por ejemplo, para realizar la estimación de si transmitir, o no, la CSI / SRS en la subtrama N o procesar los PDCCH entrantes. De forma correspondiente, la realización anterior se explicó como si el procesamiento tuviera lugar "en la subtrama N - 4". No obstante, el UE y el eNodeB necesitará más tiempo para descodificar el PDCCH, procesar el bloque de transporte del PDCCH, estimar el estatus de DRX de la subtrama N y, por supuesto, también para preparar la CSI / SRS. El procesamiento puede empezar en la subtrama N - 4 y puede durar bien durante una o dos subtramas más. La parte más importante es que a pesar de que la estimación puede tener lugar, en la práctica, en, por ejemplo, la subtrama N - 3 (por ejemplo, debido al retardo de procesamiento), solo se considera la información (por ejemplo, PDCCHs, valores / estatus de temporizador de DRX) hasta e incluyendo la subtrama N - 4. Por lo tanto, el tiempo entre la subtrama N - 4 y la subtrama N se puede considerar como un presupuesto de tiempo para el UE, a usar para, de entre otros: la descodificación del PDCCH, el procesamiento del bloque de transporte del PDSCH, la estimación de acuerdo con la realización, la preparación de la CSI / SRS (si se va a realizar una transmisión). Esto es de aplicación de una forma similar a las restantes realizaciones, que se explican en lo sucesivo.

55 Tal como se ha explicado en lo que antecede, el procesamiento de acuerdo con la primera realización de la invención (también es de aplicación de forma similar a las restantes realizaciones que se explican en lo sucesivo) puede que solo necesite realizarse cuatro subtramas antes de la subtrama que está configurada para CSI y / o SRS; es decir, en la subtrama N - 4 para la subtrama configurada N. No obstante, desde el punto de vista de la

implementación, el UE y/o el eNodeB también pueden realizar la estimación en cada subtrama N, con independencia de si la CSI periódica y/o el SRS periódico están siquiera configurados para la subtrama N + 4. A pesar de que esto puede conducir a un procesamiento significativamente mayor, se puede reducir la complejidad del UE y el eNodeB.

5 El siguiente texto a modo de ejemplo, que refleja la primera realización que se ha explicado en lo que antecede de la invención, se sugiere que se implemente en la especificación de la norma TS de 3GPP 36.321, en la sección 5.7:

- si el PDCCH indica una nueva transmisión (DL o UL):

- iniciar o reiniciar *el temporizador de Inactividad de drx*.

10 - en la subtrama actual n, si el UE no se encontrara en el Tiempo Activo de acuerdo con las concesiones / asignaciones que se reciben hasta e incluyendo la subtrama n - 4 y *el Temporizador de Duración de Actividad* y *el Temporizador de Retransmisión de drx* no se encontraría en funcionamiento de acuerdo con las concesiones / asignaciones que se reciben hasta e incluyendo la subtrama n - 4, no se ha de notificar un SRS desencadenado de tipo 0 [2].

- si el enmascaramiento de CQI (*Máscara de cqi*) es establecido por capas superiores:

15 - en la subtrama actual n, *si el Temporizador de Duración de Actividad* no se encontraría en funcionamiento de acuerdo con las concesiones / asignaciones que se reciben hasta e incluyendo la subtrama n - 4, no se han de notificar la CQI / PMI / RI / PTI en el PUCCH.

- si no:

20 - en la subtrama actual n, si el UE no se encontrara en el Tiempo Activo de acuerdo con las concesiones / asignaciones que se reciben hasta e incluyendo la subtrama n - 4 y *el Temporizador de Duración de Actividad* y *el Temporizador de Retransmisión de drx* no se encontraría en funcionamiento de acuerdo con las concesiones / asignaciones que se reciben hasta e incluyendo la subtrama n - 4, no se han de notificar la CQI / PMI / RI / PTI en el PUCCH.

25 Con independencia de si el UE está supervisando, o no, el PDCCH, el UE recibe y transmite la realimentación de HARQ y transmite un SRS desencadenado de tipo 1 [2] cuando se espera tal cosa.

NOTA: El mismo tiempo activo es de aplicación a la totalidad de célula o células de servicio activadas.

Segunda realización

30 La segunda realización de la invención se ocupa del problema de que algo de comportamiento de UE impredecible sigue existiendo para el caso de elementos de control de MAC de DRX que son recibidos por el UE a partir del eNodeB, que da instrucciones al UE para que entre en DRX, es decir, que pase al modo de DRX y, por lo tanto, se vuelva No Activo. Dicho de otra forma, el eNodeB no sabe qué formato de transmisión será usado por el UE en la subtrama N, dependiendo de si el CSI / SRS se transmite, o no (por ejemplo, el Formato 1 a frente al Formato 2a, véase la tabla para el formato de PUCCH en la sección de antecedentes). Este problema se explicará con más detalle en conexión con la figura 13 y 14 que ilustran unos diagramas de DRX en los que se realiza un procesamiento de acuerdo con la primera realización.

35 Se supone que las subtramas N - 10 y N están configuradas para una transmisión de CSI / SRS periódica. un PDCCH con una asignación de recursos de enlace descendente para un CE de MAC de DRX en el PDSCH se recibe en la subtrama N - 4, así como el CE de MAC de DRX por medio del PDSCH. El CE de MAC de DRX es una instrucción a partir del eNodeB para que el UE entre en el modo de DRX, es decir, que comience, por ejemplo, el ciclo Corto de DRX (que no se muestra). HARQ se aplica al PDSCH que contiene el CE de MAC de DRX, razón por la cual el UE ha de transmitir una realimentación de HARQ (ACK / NACK) al eNodeB en la subtrama N.

40 No obstante, el eNodeB no sabe si el UE recibió el CE de MAC de DRX que se envía en la subtrama N - 4 de forma correcta, sin descodificar la realimentación de HARQ (ACK / NACK) en la subtrama N. La estimación del estatus de DRX para el UE en la subtrama N depende de si el UE recibió de forma correcta, o no, el CE de MAC. En el caso de que el CE de MAC de DRX se reciba de forma correcta en la subtrama N - 4, el UE pasa al Tiempo No Activo a partir de la subtrama N - 3 (de forma ideal) y, por lo tanto, transmite un ACK sin notificar una CSI y transmitir SRS en la subtrama N (véase la figura 13).

45 En el otro caso, el UE no puede descodificar el CE de MAC de DRX de forma correcta, por lo tanto permanece en el Tiempo Activo y transmite un NACK y CSI / SRS en la subtrama N (véase la figura 14). De forma correspondiente, el eNodeB sigue necesitando implementar una descodificación doble para cubrir los casos que se han descrito en lo que antecede, lo que aumenta la complejidad del eNodeB. Una retransmisión correspondiente del CE de MAC de DRX se realiza en las primeras 8 subtramas después de la transmisión inicial (de acuerdo con la configuración), y en la configuración a modo de ejemplo de la figura 14 se supone que se encuentra 9 subtramas después de la transmisión inicial en la subtrama N + 5. Se supone que, en esta ocasión, el CE de MAC de DRX se descodifica de

forma correcta y, por lo tanto, el UE pasa al Tiempo No Activo de DRX.

De acuerdo con la segunda realización, la estimación en lo que respecta a si transmitir, o no, la CSI / SRS periódico tal como se configura considera solo los CE de MAC de DRX que se reciben hasta e incluyendo la subtrama $N - (4 + k)$, en la que k es un número entero de 1 a K , y la subtrama N es la subtrama que está configurada para el SRS y / o CSI periódica. Esto asegura que el eNodeB ya sabe en la subtrama N si el MAC de DRX se recibió de forma correcta, o no, por el UE. Por lo tanto, este puede ya conocer el formato de transmisión que se usa en la subtrama N .

Sobre la base de esta estimación, una transmisión del SRS y / o CSI periódica se controla de tal modo que en el caso de que se estime que el UE se encontrará en el Tiempo Activo en la subtrama N , se transmite un CSI / SRS, y en el caso de que se estime que el UE se encontrará en el Tiempo No Activo en la subtrama N , no se transmite un CSI / SRS. Sobre la base del escenario de la figura 13 y 14, el resultado de aplicar la segunda realización de la invención se ilustra en la figura 15 y 16.

Para la realización a modo de ejemplo de la figura 15 y la figura 16, se supone $k = 1$, de tal modo que solo los CE de MAC de DRX que son recibidos por el UE hasta e incluyendo la subtrama $N - 5$ se han de considerar para determinar si transmitir, o no, la CSI / SRS tal como se configura en la subtrama N . Por lo tanto, tal como es evidente a partir de la figura 15, el CE de MAC de DRX que se recibe en la subtrama $N - 4$ no se considera para el proceso de estimación, razón por la cual se transmite un CSI / SRS en la subtrama N junto con la realimentación de HARQ (en el ejemplo de la figura 15, un ACK). El eNodeB, que realiza la misma determinación y que llega al mismo resultado, espera la transmisión de la CSI / SRS y una realimentación de HARQ para el CE de MAC de DRX. No es necesaria una descodificación doble (ACK / NACK se puede descodificar sin una descodificación doble).

El escenario a modo de ejemplo de la figura 16 supone que el CE de MAC de DRX (y el PDCCH correspondiente) se recibe en la subtrama $N - 5$, en lugar de la subtrama $N - 4$. Se supone adicionalmente que el CE de MAC de DRX se descodificó de forma correcta por el UE que, por lo tanto, sale del Tiempo Activo y entra en el Tiempo No Activo de DRX a partir de la subtrama $N - 4$. De acuerdo con el procesamiento de HARQ, se transmite un ACK desde el UE al eNodeB cuatro subtramas después del CE de MAC de DRX, es decir, en la subtrama $N - 1$. De forma correspondiente, el eNodeB recibe la realimentación de HARQ (por ejemplo, ACK) y puede deducir si el CE de MAC de DRX se descodificó de forma correcta y fue aplicado por el UE. Por lo tanto, el UE estima que el mismo se encontrará en el Tiempo No Activo en la subtrama N sobre la base de la recepción correcta del CE de MAC de DRX y, por lo tanto, no transmite la CSI / SRS periódico. El eNodeB, que recibe el ACK, como una realimentación de HARQ, también determina que el UE se encontrará en el Tiempo No Activo en la subtrama N y, por lo tanto, no espera ninguna recepción de la CSI / SRS.

A pesar de que la explicación anterior se centró en $k = 1$, es decir, considerar que los CE de MAC de DRX que se reciben hasta e incluyendo la subtrama $N - 5$, k también puede tomar otros valores, tales como 2, 3, 4 etc. El uso de un valor de k más alto aumenta el tiempo de procesamiento interno disponible hasta el eNB para procesar la realimentación de HARQ recibida para un CE de MAC y para decidir el formato de PUCCH esperado para detectar y descodificar de forma apropiada el PUCCH en la subtrama N .

A pesar de que la segunda realización anterior de la invención se describió hasta el momento como una realización independiente de la invención, siendo como alternativa a la primera realización, la segunda realización y la primera realización se pueden combinar bien. De forma correspondiente, el UE estima el estatus de DRX de sí mismo para la subtrama N y, por lo tanto, también si transmitir, o no, la CSI / SRS periódico en la subtrama N sobre la base de:

- las concesiones de UL y / o las asignaciones de DL que se reciben hasta e incluyendo la subtrama $N - 4$ y también en los temporizadores relacionados con DRX en la subtrama $N - 4$ (tal como se describe para la primera realización), y
- los CE de MAC de DRX que son recibidos por el UE hasta e incluyendo la subtrama $N - (4 + k)$ (de acuerdo con la segunda realización).

Por lo tanto, se usan diferentes periodos de subtrama para considerar las concesiones / asignaciones y el temporizador relacionado con DRX y para considerar los CE de MAC de DRX.

Como otra alternativa, en lugar de considerar también los temporizadores relacionados con DRX tal como se explica en conexión con la primera realización, el UE puede estimar el estatus de DRX de sí mismo en la subtrama N y, por lo tanto, también si transmitir, o no, la CSI / SRS periódico en la subtrama N sobre la base de:

- las concesiones de UL y / o las asignaciones de DL que se reciben hasta e incluyendo la subtrama $N - 4$, y
- los CE de MAC de DRX que son recibidos por el UE hasta e incluyendo la subtrama $N - (4 + k)$ (de acuerdo con la segunda realización).

Tal como ya se ha explicado en lo que antecede para la primera realización, el procesamiento de acuerdo con la segunda realización de la invención puede que solo necesite realizarse cinco (o $N - (4 + k)$) subtramas antes de la

subtrama que está configurada para CSI y / o SRS. No obstante, desde el punto de vista de la implementación, el UE y / o el eNodeB también pueden realizar la estimación en cada subtrama N, con independencia de si la CSI periódica y / o el SRS periódico están siquiera configurados para la subtrama $N + (4 + k)$. A pesar de que esto puede conducir a un procesamiento significativamente mayor, se puede reducir la complejidad del UE y el eNodeB.

5 El siguiente texto a modo de ejemplo, que refleja la segunda realización que se ha explicado en lo que antecede de la invención, se sugiere que se implemente en la especificación de la norma TS de 3GPP 36.321, en la sección 5.7

- si el PDCCH indica una nueva transmisión (DL o UL):

- iniciar o reiniciar *el temporizador de Inactividad de drx*.

10 - en la subtrama actual n, si el UE no se encontrara en el Tiempo Activo de acuerdo con las concesiones / asignaciones que se reciben hasta e incluyendo la subtrama $n - 4$ y *los elementos de control de MAC que se reciben hasta e incluyendo la subtrama $n - (4 + k)$* , no se ha de notificar un SRS desencadenado de tipo 0 [2].

- si el enmascaramiento de CQI (*Máscara de cqi*) es establecido por capas superiores:

15 - en la subtrama actual n, *si el Temporizador de Duración de Actividad* no se encontraría en funcionamiento de acuerdo con las concesiones / asignaciones que se reciben hasta e incluyendo la subtrama $n - 4$, no se han de notificar la CQI / PMI / RI / PTI en el PUCCH.

- si no:

20 - en la subtrama actual n, si el UE no se encontrara en el Tiempo Activo de acuerdo con las concesiones / asignaciones que se reciben hasta e incluyendo la subtrama $n - 4$ y *los elementos de control de MAC que se reciben hasta e incluyendo la subtrama $n - (4 + k)$* , no se han de notificar la CQI / PMI / RI / PTI en el PUCCH.

Con independencia de si el UE está supervisando, o no, el PDCCH, el UE recibe y transmite la realimentación de HARQ y transmite un SRS desencadenado de tipo 1 [2] cuando se espera tal cosa.

NOTA: El mismo tiempo activo es de aplicación a la totalidad de célula o células de servicio activadas.

25 *Tercera realización*

En contraposición a la segunda realización de acuerdo con la cual se consideraron diferentes periodos de tiempo ($N - (4 + k)$ frente a $N - 4$) para los diferentes tipos de información que se usan para la determinación en lo que respecta a si transmitir, o no, la CSI / SRS en la subtrama N, en la presente tercera realización, se supone el mismo periodo de tiempo ($N - (4 + k)$) para todos los tipos de información tal como se explicará en lo sucesivo.

30 De acuerdo con una variante de la segunda realización previa, los elementos de control de MAC de DRX que se reciben hasta e incluyendo la subtrama $N - (4 + k)$ se consideran para la estimación así como las concesiones de UL / asignaciones de DL que se reciben hasta e incluyendo la subtrama $N - 4$; en una variante alternativa adicional, los temporizadores relacionados con DRX se pueden considerar adicionalmente para la estimación para mejorar la estimación. Por lo tanto, se usa una información de diferentes periodos de subtrama.

35 De acuerdo con la tercera realización, la información según está disponible en la subtrama $N - (4 + k)$ se usa de forma consistente para la estimación de acuerdo con cualquiera de las variantes anteriores de la segunda realización. Por lo tanto, la presente tercera realización de la invención está íntimamente relacionada con cualquiera de las variantes de la segunda realización, aunque cambiando los periodos de tiempo válidos de la información que se considera para la estimación.

40 En particular, el UE y el eNodeB determinan si el UE se encuentra, o no, en el Tiempo Activo para la subtrama N y, por lo tanto, si el mismo ha de transmitir la CSI / SRS periódico tal como se configura en la subtrama N sobre la base de las concesiones de UL / asignaciones de DL que son recibidas por el UE hasta e incluyendo la subtrama $N - (4 + k)$ en la que k es un valor entero positivo de 1 a K. De forma similar y tal como ya se ha explicado en lo que antecede, los CE de MAC de DRX que son recibidos por el UE hasta e incluyendo la subtrama $N - (4 + k)$ también se consideran para la determinación. En el caso de que se consideren adicionalmente los temporizadores relacionados con DRX para la estimación, el estatus de los temporizadores relacionados con DRX, por ejemplo, el temporizador de Duración de Actividad de DRX y el temporizador de retransmisión de DRX, para la subtrama N que se estima en la subtrama $N - (4 + k)$, es decir, considerando las concesiones / asignaciones que se reciben hasta e incluyendo la subtrama $N - (4 + k)$, se han de considerar, en lugar de en la subtrama $N - 4$ como en lo que antecede.

50 Mediante el uso de la misma consideración de temporización de $N - (4 + k)$, se simplifica la implementación de la invención en el UE y el eNodeB.

El siguiente texto a modo de ejemplo, que refleja la tercera realización que se ha explicado en lo que antecede de la

invención, se sugiere que se implemente en la especificación de la norma TS de 3GPP 36.321, en la sección 5.7

- si el PDCCH indica una nueva transmisión (DL o UL):
 - iniciar o reiniciar *el temporizador de Inactividad de drx*.
- en la subtrama actual n , si el UE no se encontrara en el Tiempo Activo de acuerdo con las concesiones / asignaciones y los elementos de control de MAC que se reciben hasta e incluyendo la subtrama $n - (4 + k)$, no se ha de notificar un SRS desencadenado de tipo 0 [2].
- si el enmascaramiento de CQI (*Máscara de cqi*) es establecido por capas superiores:
 - en la subtrama actual n , si el *Temporizador de Duración de Actividad* no se encontraría en funcionamiento de acuerdo con las concesiones / asignaciones que se reciben hasta e incluyendo la subtrama $n - 4$, no se han de notificar la CQI / PMI / RI / PTI en el PUCCH.
- si no:
 - en la subtrama actual n , si el UE no se encontrara en el Tiempo Activo de acuerdo con las concesiones / asignaciones y los elementos de control de MAC que se reciben hasta e incluyendo la subtrama $n - (4 + k)$, no se han de notificar la CQI / PMI / RI / PTI en el PUCCH.

Con independencia de si el UE está supervisando, o no, el PDCCH, el UE recibe y transmite la realimentación de HARQ y transmite un SRS desencadenado de tipo 1 [2] cuando se espera tal cosa.

NOTA: El mismo tiempo activo es de aplicación a la totalidad de célula o células de servicio activadas.

Cuarta realización

La cuarta realización de la invención también se ocupa del problema que es causado por la recepción de elementos de control de MAC de DRX, tal como ya se ha explicado para la segunda realización (véase en lo que antecede). No obstante, en lugar de considerar los CE de MAC de DRX que son recibidos por el UE hasta e incluyendo la subtrama $N - (4 + k)$ de acuerdo con la segunda realización, solo se consideran los CE de MAC de DRX para la estimación para los cuales un Acuse de Recibo (realimentación de HARQ) se ha enviado desde el UE al eNodoB hasta e incluyendo la subtrama $N - (3 + k)$; k es un número entero positivo de 1 a K . La ventaja es que tanto el eNodoB como el UE tienen la misma comprensión de qué información se tiene en cuenta para determinar si enviar, o no, la CSI / SRS periódico en la subtrama N . La cuarta realización se explicará en conexión con las figuras 17 a 19.

Tal como es evidente a partir de la figura 17, se supone $k = 1$ para las ilustraciones a modo de ejemplo de la figura 17 - 19, de tal modo que solo se consideran los CE de MAC de DRX para los cuales un ACK se realimenta al eNodoB hasta e incluyendo la subtrama $N - 4$. Además, se supone que el PDCCH, que indica la transmisión para el CE de MAC de DRX en el PDSCH, y los CE de MAC de DRX se reciben en la subtrama $N - 8$. Con la condición de que el UE detecte con éxito el PDSCH, sobre la base del PDCCH, y descodifique el CE de MAC de DRX, que da instrucciones al UE para que entre en DRX (es decir, el Tiempo No Activo), el UE entrará (de forma ideal) en el modo de DRX y se volverá No Activo a partir de la subtrama $N - 7$. Esta es una suposición ideal tal como se ha explicado en lo que antecede; en realidad, un UE solo sabrá en torno a la subtrama $N - 5$ que se ha producido una recepción en un CE de MAC de DRX y, por lo tanto, puede ir al Tiempo No Activo de DRX. Además, el UE enviará el ACK de realimentación de HARQ en la subtrama $N - 4$.

El UE determina si transmitir, o no, la CSI / SRS periódico tal como se configura para la subtrama N , sobre la base del Acuse de Recibo para el CE de MAC de DRX que se envía en la subtrama $N - 4$. De forma correspondiente, se da acuse de recibo del CE de MAC de DRX en la subtrama $N - 4$, es decir, se envía un ACK al eNodoB y, por lo tanto, el UE determina que el mismo no transmitirá la CSI / SRS tal como se configura en la subtrama N , debido a que el mismo se encontrará en el Tiempo No Activo en la subtrama N . De una forma similar, el eNodoB espera y recibe el ACK de realimentación de HARQ en la subtrama $N - 4$ y, por lo tanto, determina que el UE no transmitirá la CSI / SRS periódico en la subtrama N . No es necesaria una descodificación doble.

La figura 18 es similar al escenario a modo de ejemplo en la figura 17, con la diferencia de que se supone que el CE de MAC de DRX no descodificó con éxito por el UE que, por lo tanto, transmite una realimentación de HARQ de NACK al eNodoB en la subtrama $N - 4$, y permanece Activo en consecuencia. Debido a que no se envió Acuse de Recibo alguno para el CE de MAC de DRX hasta e incluyendo la subtrama $N - 4$, sino más bien un NACK, el UE determina que el mismo enviará la CSI / SRS periódico en la subtrama N . El eNodoB llega a la misma conclusión, debido a que el mismo recibe el NACK de la subtrama $N - 4$ y, por lo tanto, aprende que el UE no podría descodificar y aplicar de forma apropiada el CE de MAC de DRX.

Tal como es evidente a partir de la figura 18, el eNodoB después de recibir el NACK para el CE de MAC de DRX a partir del UE, retransmite el CE de MAC de DRX 9 subtramas después de la transmisión inicial. Después de la retransmisión, se supone que el UE es capaz de descodificar el CE de MAC de DRX de forma correcta y, por lo tanto, de entrar en el modo de DRX, en particular el Tiempo No Activo. Un ACK de realimentación de HARQ

correspondiente para el CE de MAC de DRX retransmitido se transmite en la subtrama $N + 5$.

La figura 19 ilustra un escenario a modo de ejemplo, similar al de la figura 17 y 18, pero con la diferencia significativa de que el CE de MAC de DRX se recibe en la subtrama $N - 7$, no en la subtrama $N - 8$. De forma correspondiente, la realimentación de HARQ para la recepción del CE de MAC de DRX se transmite desde el UE al eNodeB cuatro subtramas después de la recepción, es decir, en la subtrama $N - 3$ y, por lo tanto, fuera de la ventana definida para considerarse para la determinación de si transmitir, o no, la CSI / SRS periódico en la subtrama N . Por lo tanto, el CE de MAC de DRX que es recibido por el UE en la subtrama $N - 7$ se descarta para la determinación, a pesar de que, por supuesto, este es procesado de forma apropiada por otras funciones del UE. Por lo tanto, para la determinación de si transmitir, o no, la CSI / SRS periódico en la subtrama N , es irrelevante si el CE de MAC de DRX se descodifica con éxito o no; solo se consideran los CE de MAC de DRX a ese respecto, para los cuales se transmite un ACK hasta e incluyendo la subtrama $N - 4$, lo que no es el caso en el escenario a modo de ejemplo de la figura 19.

De forma correspondiente, en el caso de que el UE sea capaz de procesar con éxito el CE de MAC de DRX, este entrará en DRX, es decir, se volverá No Activo, pero aún ha de transmitir CSI / SRS en la subtrama N , a pesar de que el mismo no se encontraría en el Tiempo Activo en la subtrama N de acuerdo con DRX.

El siguiente texto a modo de ejemplo, que refleja la cuarta realización que se ha explicado en lo que antecede de la invención, se sugiere que se implemente en la especificación de la norma TS de 3GPP 36.321, en la sección 5.7

- si el PDCCH indica una nueva transmisión (DL o UL):
 - iniciar o reiniciar *el temporizador de Inactividad de drx*.
- en la subtrama actual n , si el UE no se encontrara en el Tiempo Activo de acuerdo con las concesiones / asignaciones que se reciben hasta e incluyendo la subtrama $n - 4$ y de acuerdo con los elementos de control de MAC para los cuales se ha enviado una realimentación de HARQ hasta e incluyendo la subtrama $n - (3 + k)$, no se ha de notificar un SRS desencadenado de tipo 0 [2].
- si el enmascaramiento de CQI (*Máscara de cqj*) es establecido por capas superiores:
 - en la subtrama actual n , si *el Temporizador de Duración de Actividad* no se encontraría en funcionamiento de acuerdo con las concesiones / asignaciones que se reciben hasta e incluyendo la subtrama $n - 4$, no se han de notificar la CQI / PMI / RI / PTI en el PUCCH.
- si no:
 - en la subtrama actual n , si el UE no se encontrara en el Tiempo Activo de acuerdo con las concesiones / asignaciones que se reciben hasta e incluyendo la subtrama $n - 4$ y de acuerdo con los elementos de control de MAC para los cuales se ha enviado una realimentación de HARQ hasta e incluyendo la subtrama $n - (3 + k)$, no se han de notificar la CQI / PMI / RI / PTI en el PUCCH.

Con independencia de si el UE está supervisando, o no, el PDCCH, el UE recibe y transmite una realimentación de HARQ y transmite un SRS desencadenado de tipo 1 [2] cuando se espera tal cosa.

NOTA: El mismo tiempo activo es de aplicación a la totalidad de célula o células de servicio activadas.

Quinta realización

Una quinta realización adicional de la invención difiere de forma considerable con respecto a las realizaciones previas, y principalmente evita la ambigüedad de la transmisión de CSI / SRS a partir del UE en las fases transitorias, al considerar un estatus de DRX de una subtrama $N - k$ previa para la determinación de si transmitir, o no, la CSI / SRS periódico en la subtrama N .

Con más detalle, el UE ha de transmitir el SRS y / o CSI periódica al eNodeB tal como se configura para la subtrama N , en el caso de que el UE se encuentre en el Tiempo Activo en la subtrama $N - k$, en la que k es un número entero positivo de 1 a K . Esta quinta realización proporciona un comportamiento simple para el UE y el eNodeB, pero sigue asegurando la previsibilidad de la transmisión de CSI / SRS para evitar la descodificación doble en el eNodeB.

Se supone $k = 4$ para fines de ilustración. De forma correspondiente, para la decisión en lo que respecta a si transmitir, o no, la CSI / SRS periódico tal como se configura para la subtrama N , el UE toma el estatus de DRX (es decir, el Tiempo Activo o el Tiempo No Activo) en la subtrama $N - 4$ y supone para la determinación que el mismo es el estatus de DRX de la subtrama N . De forma correspondiente, sobre la base de la regla general de que la CSI / SRS periódico solo va a ser transmitido por el UE cuando se encuentra en el Tiempo Activo, el UE puede determinar de este modo si transmitir, o no, la CSI / SRS periódico en la subtrama N sobre la base del estatus de DRX de la subtrama $N - 4$.

La figura 20 ilustra el escenario a modo de ejemplo de la figura 19, pero con la aplicación de la quinta realización, en

lugar de aplicar la cuarta realización. Por consiguiente, se supone que un PDCCH y el CE de MAC de DRX que es indicado por el PDCCH, se reciben en la subtrama N - 7, que el UE descodifica de forma correcta el CE de MAC de DRX y, por lo tanto, (de forma ideal) entra en el tiempo No Activo de DRX a partir de la subtrama N - 6. Un ACK se transmite como la realimentación de HARQ para el CE de MAC de DRX en la subtrama N - 3 al eNodeB.

- 5 Para determinar si transmitir, o no, la CSI / SRS periódico en la subtrama N, el UE determina si el mismo se encuentra, o no, en el Tiempo Activo en la subtrama N - 4. Debido a que el UE no se encuentra en el Tiempo Activo en la subtrama N - 4, debido al CE de MAC de DRX correctamente descodificado que se ha recibido previamente, el UE determinará no transmitir la CSI / SRS. El eNodeB realiza la determinación similar y llega al resultado de que el UE no transmitirá la CSI / SRS debido a que el UE se encuentra en el Tiempo No Activo en la subtrama N - 4, que es el estatus de DRX relevante para transmitir CSI / SRS en la subtrama N.

10 A pesar de que no se muestra, cuando el CE de MAC de DRX no se descodifica de forma correcta por el UE que, por lo tanto, no entra en el tiempo No Activo a partir de la subtrama N - 6 pero permanece Activo, el UE se encontrará en el tiempo Activo en la subtrama N - 4 y, por lo tanto, la CSI / SRS se notificará en la subtrama N tal como se configura. De forma correspondiente, el eNodeB llega al mismo resultado de determinación y, por lo tanto, espera y recibe la CSI / SRS periódico en la subtrama N.

15 Esta quinta realización reduce la complejidad de la implementación tanto para el UE como para el eNodeB, al tiempo que se soluciona el problema de evitar la descodificación doble en el eNodeB.

20 A pesar de que este enfoque alternativo es más simple desde el punto de vista de la implementación, se debería hacer notar que, por otro lado, debido a que solo el estatus de DRX de la subtrama N - k se considera para decidir si transmitir, o no, CSI / SRS en la subtrama N, se podría reducir la facilidad de uso de la información de CSI / SRS para la programación. Básicamente, el periodo de notificación de CSI / SRS se desplaza k subtramas en comparación con el Tiempo Activo de DRX, es decir, la notificación de CSI / SRS inicia k subtramas después de que ha empezado el Tiempo Activo de DRX, y termina k subtramas después de que ha terminado el Tiempo Activo de DRX.

25 El siguiente texto a modo de ejemplo, que refleja la quinta realización que se ha explicado en lo que antecede de la invención, se sugiere que se implemente en la especificación de la norma TS de 3GPP 36.321, en la sección 5.7

- si el PDCCH indica una nueva transmisión (DL o UL):
 - iniciar o reiniciar *el temporizador de Inactividad de drx*.
- 30 - en la subtrama actual n, si el UE no se encontraba en el Tiempo Activo en la subtrama n - 4, no se ha de notificar un SRS desencadenado de tipo 0 [2].
- si el enmascaramiento de CQI (*Máscara de cqi*) es establecido por capas superiores:
 - en la subtrama actual n, *si el Temporizador de Duración de Actividad* no se encontraría en funcionamiento de acuerdo con las concesiones / asignaciones que se reciben hasta e incluyendo la subtrama n - 4, no se han de notificar la CQI / PMI / RI / PTI en el PUCCH.
- 35 - si no:
 - en la subtrama actual n, si el UE no se encontraba en el Tiempo Activo en la subtrama n - 4, no se han de notificar la CQI / PMI / RI / PTI en el PUCCH.

Con independencia de si el UE está supervisando, o no, el PDCCH, el UE recibe y transmite la realimentación de HARQ y transmite un SRS desencadenado de tipo 1 [2] cuando se espera tal cosa.

40 NOTA: El mismo tiempo activo es de aplicación a la totalidad de célula o células de servicio activadas.

Implementación en hardware y en software de la invención

Otra realización de la invención se refiere a la implementación de las diversas realizaciones que se han descrito en lo que antecede usando hardware y software. A este respecto, la invención proporciona un equipo de usuario (un terminal móvil) y un eNodeB (una estación base). El equipo de usuario está adaptado para realizar los procedimientos que se describen en el presente documento.

45 Se reconoce además que las diversas realizaciones de la invención se pueden implementar o realizar usando dispositivos informáticos (procesadores). Un dispositivo informático o procesador pueden ser, por ejemplo, los procesadores de propósito general, los procesadores de señales digitales (DSP, *digital signal processor*), los circuitos integrados para aplicaciones específicas (ASIC, *application specific integrated circuit*), las disposiciones de puertas programables en campo (FPGA, *field programmable gate array*) u otros dispositivos lógicos programables, etc. Las diversas realizaciones de la invención también se pueden realizar o incorporar por una combinación de estos dispositivos.

5 Además, las diversas realizaciones de la invención también se pueden implementar por medio de módulos de software, que se ejecutan por un procesador o directamente en hardware. Asimismo, puede ser posible una combinación de módulos de software y una implementación en hardware. Los módulos de software 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. Hay que señalar, además, que las características individuales de las diferentes realizaciones de la invención pueden, de forma individual o en una combinación arbitraria, ser la materia objeto de otra invención.

10 Un experto en la materia apreciará que se pueden realizar numerosas variaciones y / o modificaciones a la presente invención tal como se muestra en las realizaciones específicas, sin apartarse del alcance de la invención tal como se describe ampliamente. Por lo tanto, las presentes realizaciones se han de considerar, en todos los aspectos, como ilustrativas y no restrictivas.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una estación móvil para transmitir una notificación de información de calidad de canal y/o un símbolo de referencia de sondeo a una estación base en un sistema de comunicación móvil en la subtrama N, en la que la subtrama N está configurada para la estación móvil para la transmisión de notificaciones de información de calidad de canal periódicas y/o símbolos de referencia de sondeo periódicos, **caracterizada** la estación móvil **por** comprender:
- 10 un procesador adaptado para determinar si la estación móvil se encontrará en el Tiempo Activo de DRX o en el Tiempo No Activo de DRX en la subtrama N, al menos en base a los elementos de control de MAC, en relación con la operación de DRX, que son recibidos por la estación móvil hasta e incluyendo la subtrama N - (4 + k), en la que k es un valor entero de 1 a K,
 el transmisor adaptado adicionalmente para transmitir la notificación de información de calidad de canal y/o el símbolo de referencia de sondeo a la estación base en la subtrama N, en el caso de que se determine mediante el procesador que la estación móvil se encuentra en el Tiempo Activo de DRX en la subtrama N.
- 15 2. La estación móvil de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el procesador determina si la estación móvil se encontrará en el Tiempo Activo de DRX o en el Tiempo No Activo de DRX en la subtrama N, adicionalmente en base a las concesiones de recursos de enlace ascendente para el canal compartido de enlace ascendente y/o las asignaciones de recursos de enlace descendente para el canal compartido de enlace descendente, que son recibidas por la estación móvil hasta e incluyendo la subtrama N - (4 + k).
- 20 3. La estación móvil de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en la que el transmisor no transmite la notificación de información de calidad de canal y/o el símbolo de referencia de sondeo a la estación base en la subtrama N, en el caso de que se determine mediante el procesador que la estación móvil no se encuentra en el Tiempo Activo de DRX en la subtrama N.
- 25 4. La estación móvil de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, en la que el procesador determina si la estación móvil se encontrará en el Tiempo Activo de DRX o en el Tiempo No Activo de DRX en la subtrama N, adicionalmente en base a los temporizadores relacionados con DRX en funcionamiento para la estación móvil, incluyendo al menos uno de un Temporizador de Inactividad de DRX, un Temporizador de Duración de Actividad de DRX y un Temporizador de Retransmisión de DRX.
- 30 5. La estación móvil de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, en la que el procesador está adaptado adicionalmente para determinar ignorar cualquier elemento de control de MAC, en relación con la operación de DRX y destinado a la estación móvil en las subtramas N - (3 + k) hasta N.
6. La estación móvil de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, en la que el valor entero de K es igual a 1.
- 35 7. Un procedimiento de transmisión de una notificación de información de calidad de canal y/o un símbolo de referencia de sondeo a una estación base en un sistema de comunicación móvil en la subtrama N, en el que la subtrama N está configurada para una estación móvil para la transmisión de notificaciones de información de calidad de canal periódicas y/o símbolos de referencia de sondeo periódicos, **caracterizado** el procedimiento **por** comprender las siguientes etapas realizadas por la estación móvil:
- 40 determinar si la estación móvil se encontrará en el Tiempo Activo de DRX o en el Tiempo No Activo de DRX en la subtrama N, al menos en base a los elementos de control de MAC, en relación con la operación de DRX, que son recibidos por la estación móvil hasta e incluyendo la subtrama N - (4 + k), en la que k es un valor entero de 1 a K,
 transmitir la notificación de información de calidad de canal y/o el símbolo de referencia de sondeo a la estación base en la subtrama N, en el caso de que se determine que la estación móvil se encuentra en el Tiempo Activo de DRX en la subtrama N.
- 45 8. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, en el que la etapa de determinación se basa adicionalmente en las concesiones de recursos de enlace ascendente para el canal compartido de enlace ascendente y/o las asignaciones de recursos de enlace descendente para el canal compartido de enlace descendente, que son recibidas por la estación móvil hasta e incluyendo la subtrama N - (4 + k).
- 50 9. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, en el que la notificación de información de calidad de canal y/o el símbolo de referencia de sondeo no se transmite por la estación móvil a la estación base en la subtrama N, en el caso de que se determine que la estación móvil no se encuentra en el Tiempo Activo de DRX en la subtrama N.
- 55 10. El procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 9, en el que la etapa de determinación se basa adicionalmente en los temporizadores relacionados con DRX en funcionamiento para la estación móvil, incluyendo al menos uno de un Temporizador de Inactividad de DRX, un Temporizador de Duración de Actividad de DRX y un Temporizador de Retransmisión de DRX.

11. El procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 10, que comprende adicionalmente:
determinar por la estación móvil ignorar cualquier elemento de control de MAC, en relación con la operación de DRX y destinado a la estación móvil en las subtramas $N - (3 + k)$ hasta N .
12. El procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 11, en el que el valor entero de K es igual a 1.

5

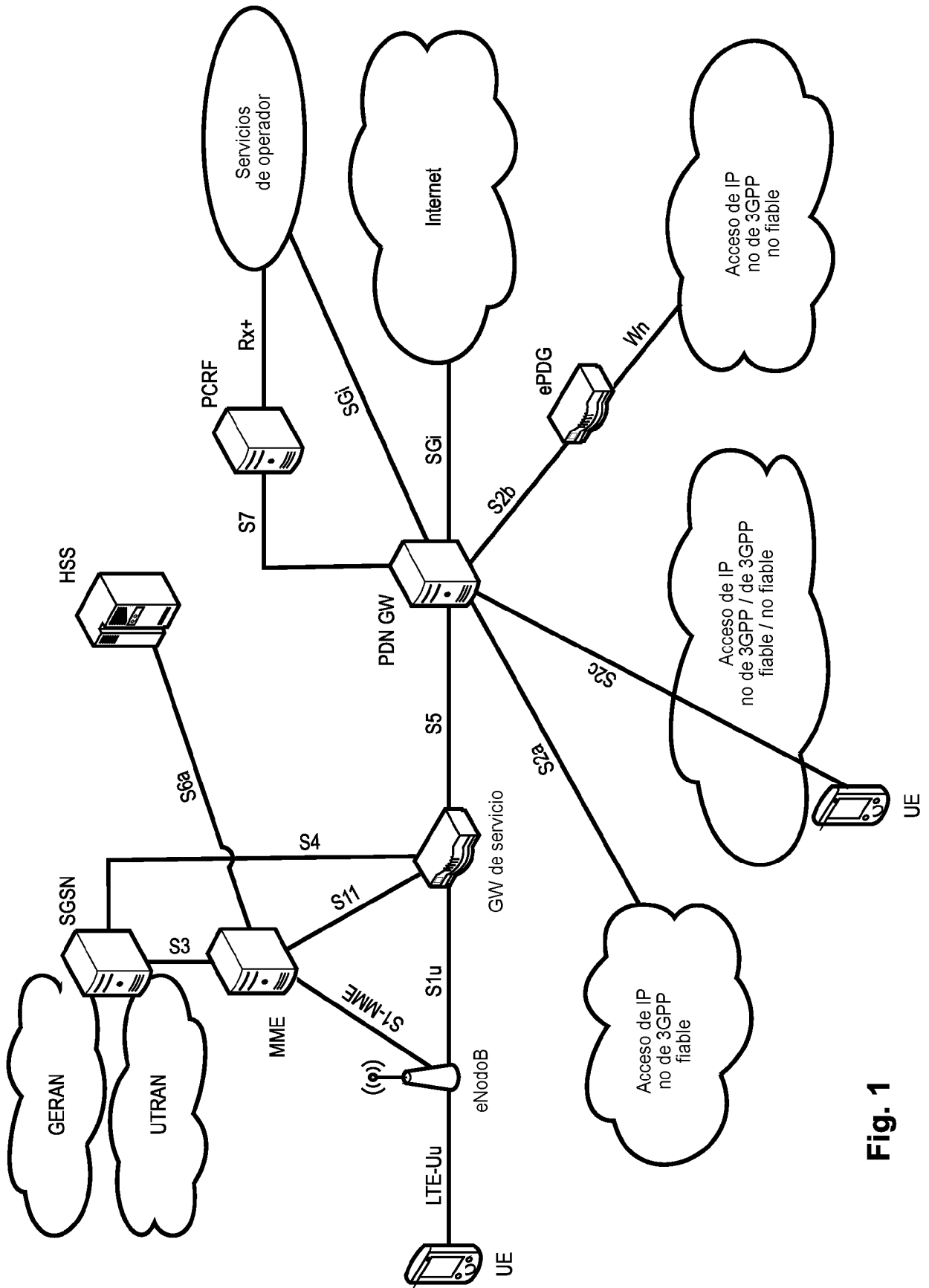


Fig. 1

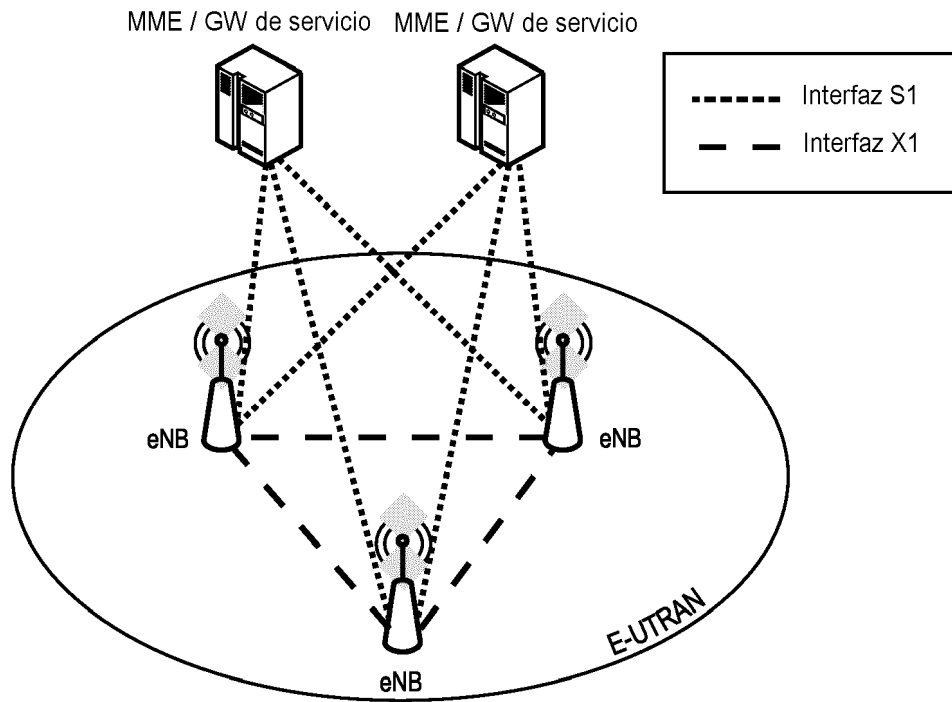


Fig. 2

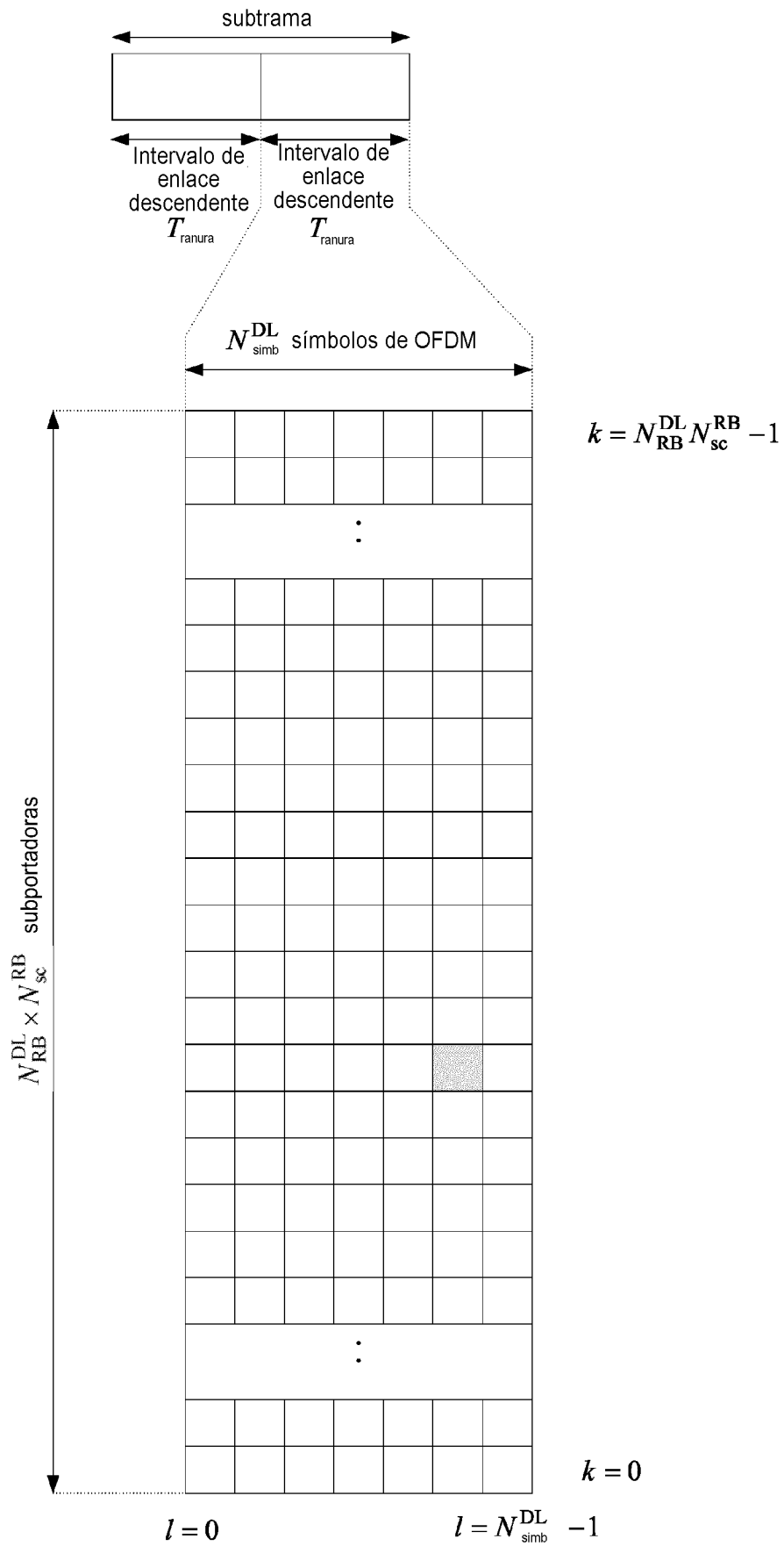


Fig. 3

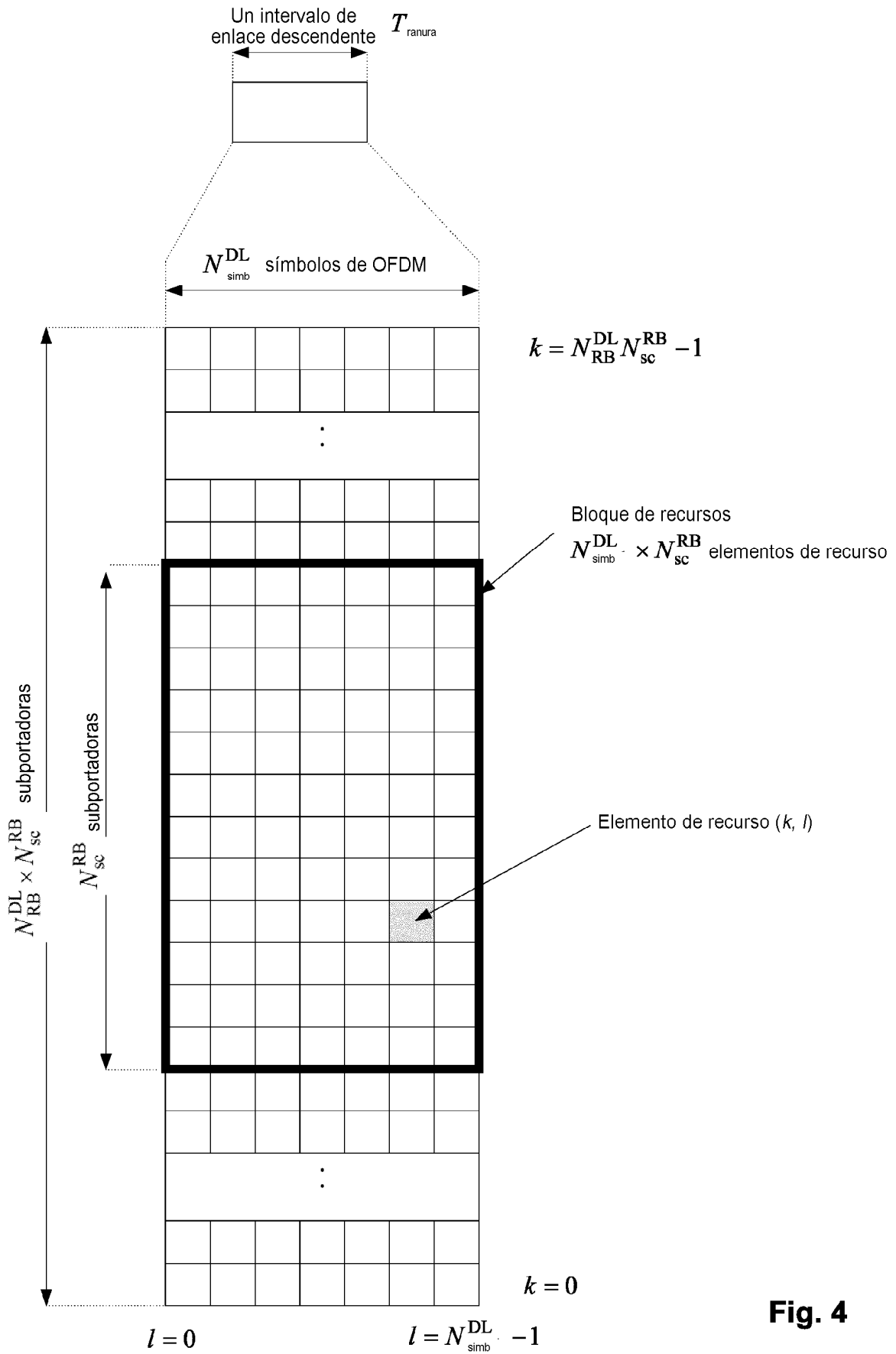


Fig. 4

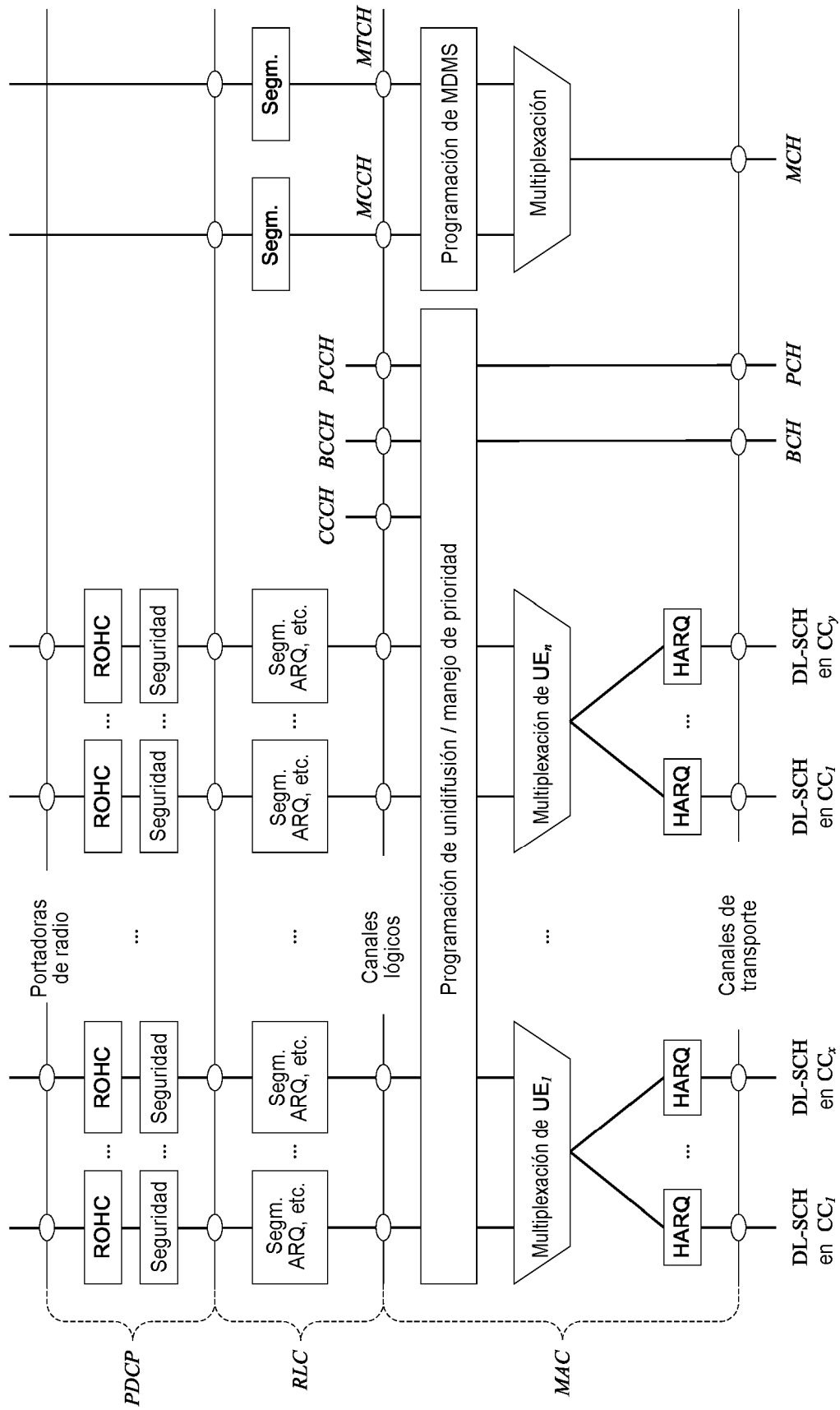


Fig. 5

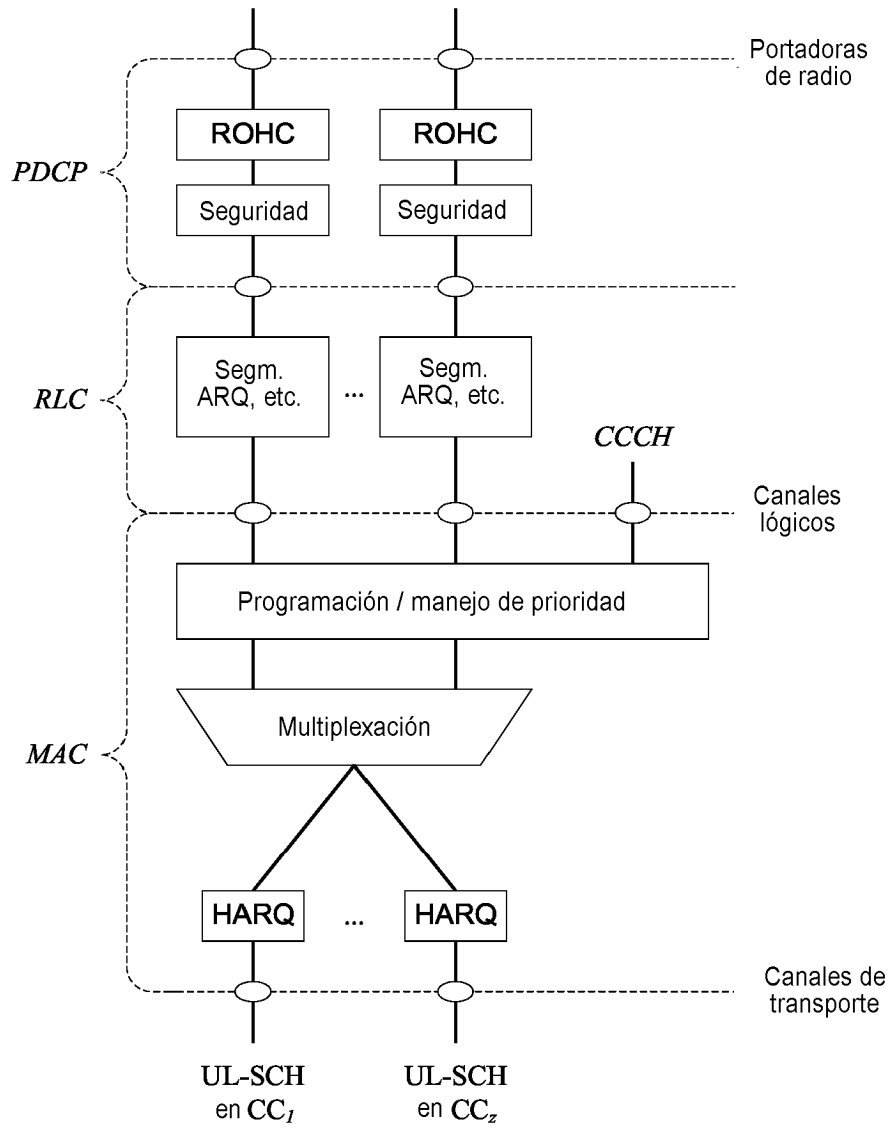


Fig. 6

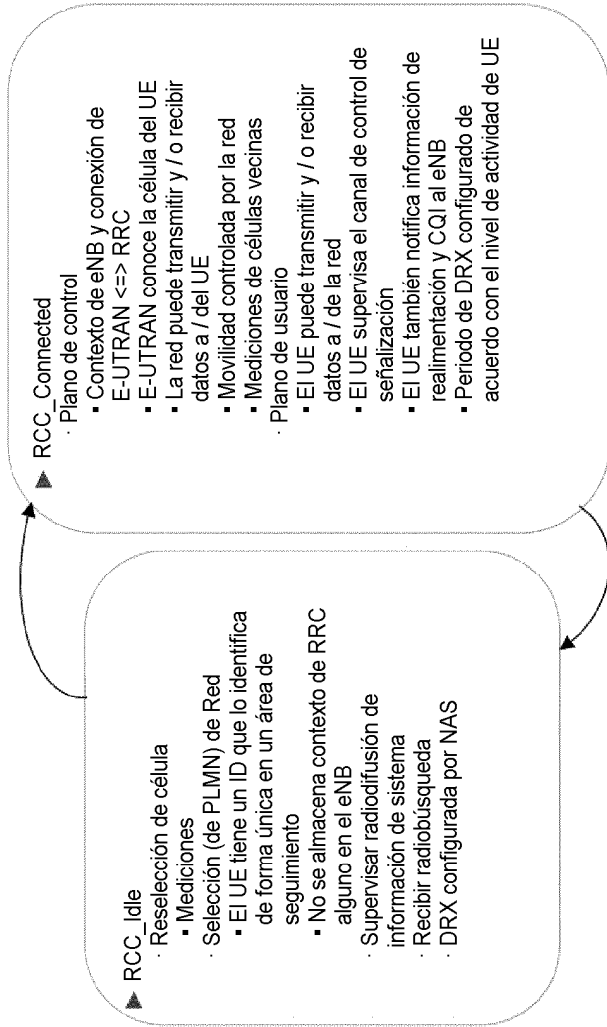


Fig. 7

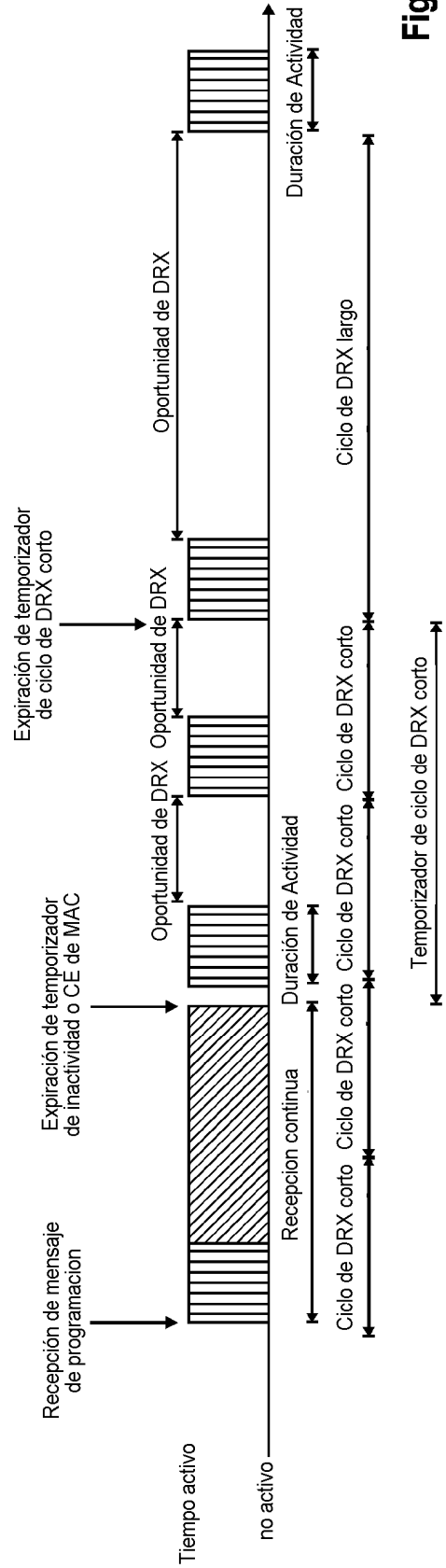


Fig. 8

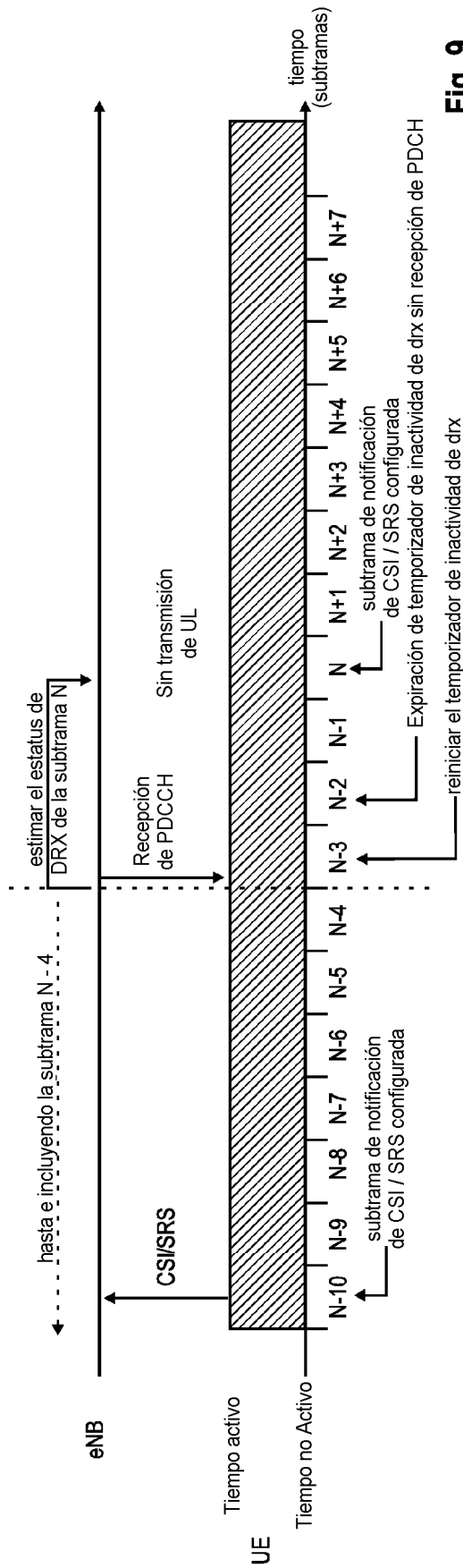


Fig. 9

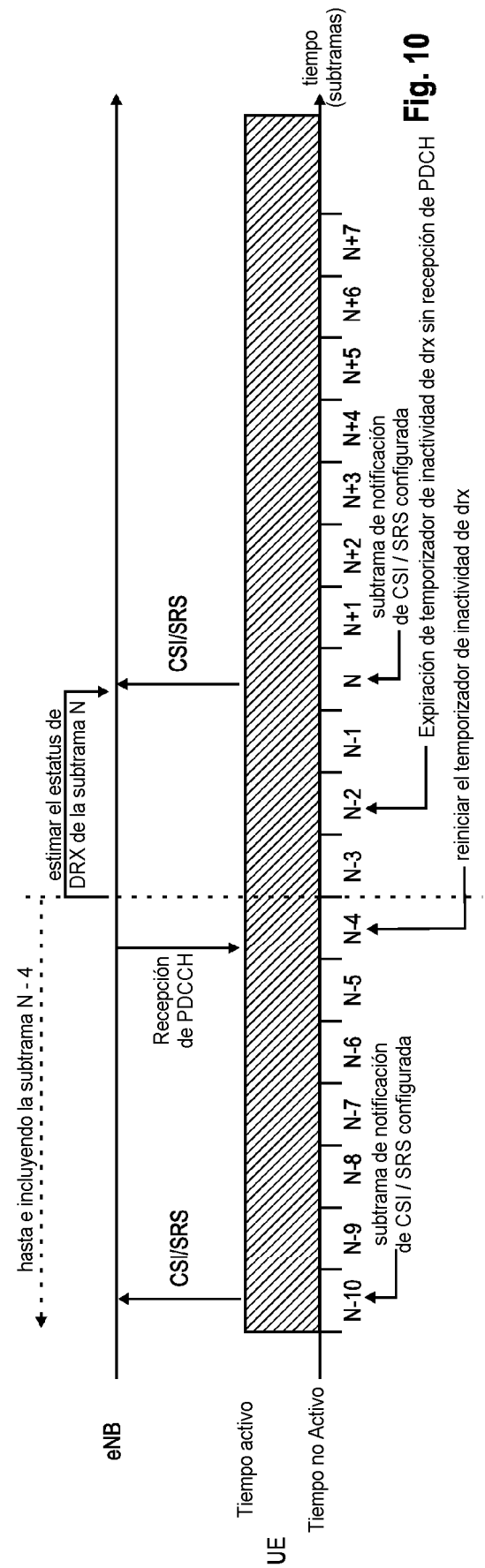


Fig. 10

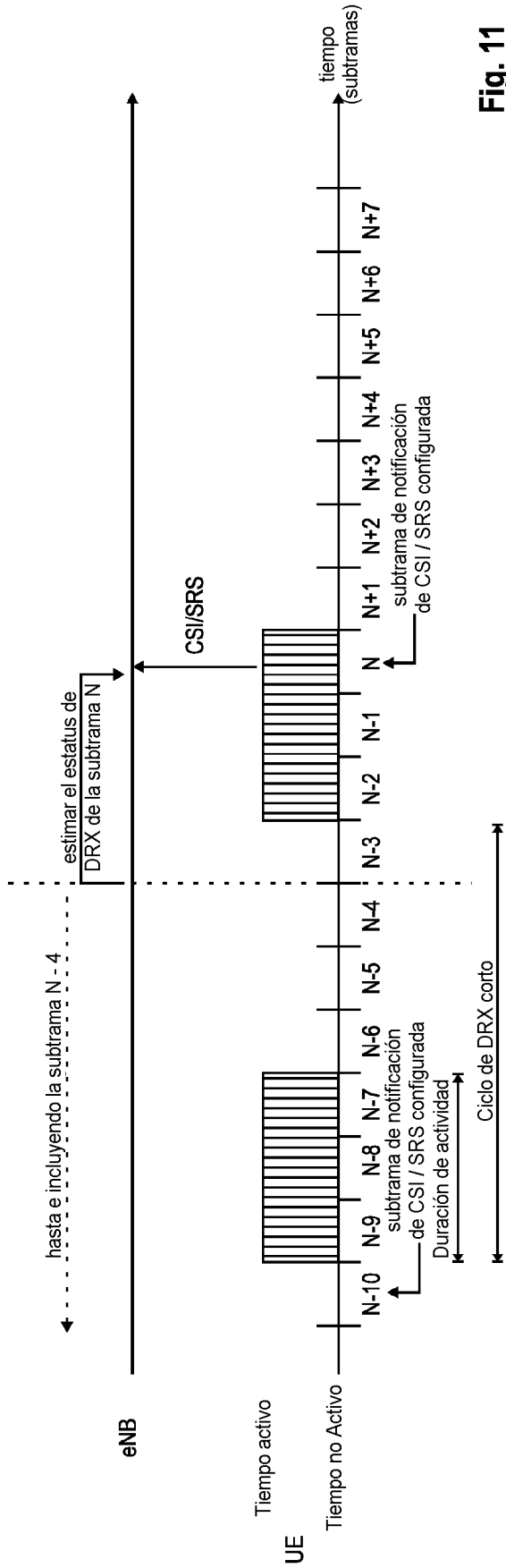


Fig. 11

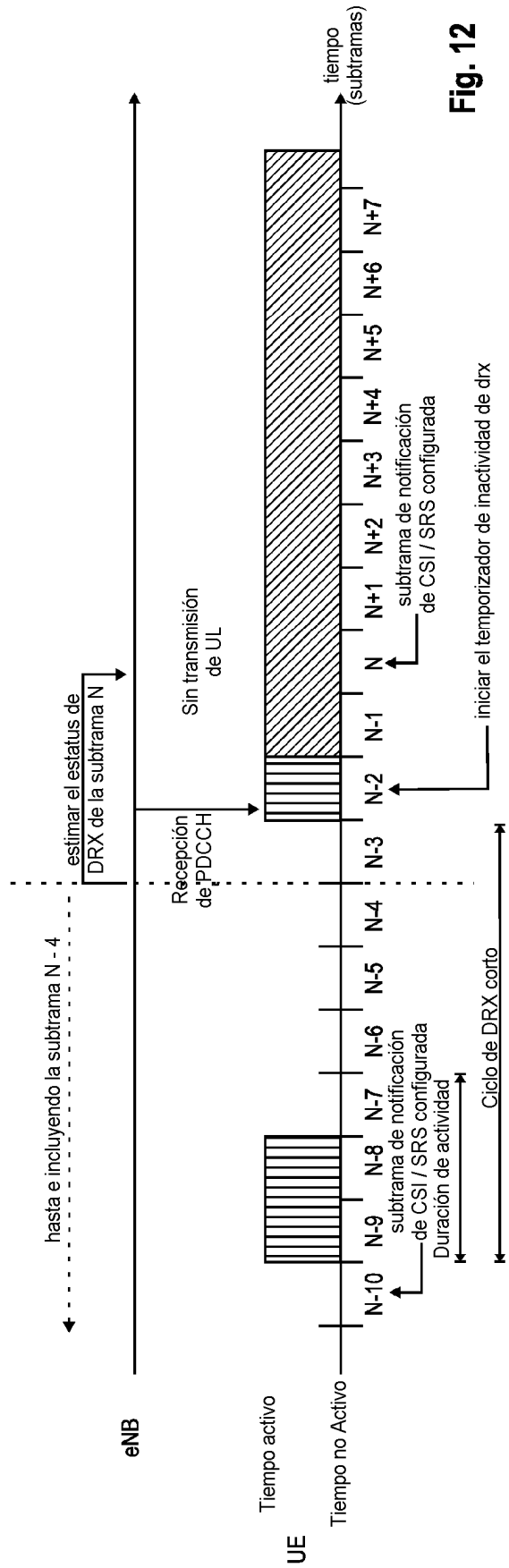


Fig. 12

