

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 974 499**

51 Int. Cl.:

H04W 72/23 (2013.01)
H04L 1/1829 (2013.01)
H04W 72/12 (2013.01)
H04W 74/00 (2009.01)
H04W 72/04 (2013.01)
H04L 1/18 (2013.01)
H04L 1/1812 (2013.01)
H04W 74/08 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.06.2010** **E 21183882 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.02.2024** **EP 3911106**

54 Título: **Procedimiento de acceso aleatorio mejorado para comunicaciones móviles**

30 Prioridad:

18.06.2009 EP 09163134

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

27.06.2024

73 Titular/es:

PANASONIC HOLDINGS CORPORATION (100.0%)
1006, Oaza Kadoma, Kadoma-shi
Osaka 571-8501, JP

72 Inventor/es:

LOEHR, JOACHIM;
GONSA, OSVALDO;
FEUERSAENGER, MARTIN y
SUZUKI, HIDETOSHI

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 974 499 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

Procedimiento de acceso aleatorio mejorado para comunicaciones móviles

Campo de la invención

La invención se refiere a un equipo de usuario y a un procedimiento realizado por un equipo de usuario.

5 **Antecedentes de la técnica****Evolución a largo plazo (Long Term Evolution, LTE)**

Los sistemas móviles de tercera generación (3G) basados en tecnología de acceso radioeléctrico WCDMA están siendo desplegados a gran escala por todo el mundo. Una primera etapa en la mejora o evolución de esta tecnología supone introducir acceso de paquetes de enlace descendente de alta velocidad (HSDPA, High-Speed Downlink Packet Access) y un enlace ascendente mejorado, denominado asimismo acceso de paquetes de enlace ascendente de alta velocidad (HSUPA, High Speed Uplink Packet Access), proporcionando una tecnología de acceso radioeléctrico que es muy competitiva.

Para estar preparado para un aumento adicional de las demandas de los usuarios y para ser competitivo frente a nuevas tecnologías de acceso radioeléctrico, 3GPP introdujo un nuevo sistema de comunicaciones móviles que se denomina evolución a largo plazo (LTE, Long Term Evolution). LTE está diseñado para satisfacer las necesidades de portadoras para transporte de medios y datos de alta velocidad, así como soporte de voz de gran capacidad, para la siguiente década. La capacidad de proporcionar velocidades binarias elevadas es una medida clave para LTE.

La especificación de elemento de trabajo (WI, work item) en evolución a largo plazo (LTE) denominada acceso radio terrestre UMTS evolucionado (UTRA, Evolved UMTS Terrestrial Radio Access) y red de acceso radio terrestre UMTS (UTRAN, UMTS Terrestrial Radio Access network) debe finalizar como versión 8 (LTE versión 8). El sistema LTE representa un acceso radioeléctrico eficiente basado en paquetes y redes de acceso radioeléctrico que proporcionan funcionalidades plenas basadas en IP con latencia reducida y coste reducido. Se proporcionan los requisitos detallados del sistema. En LTE, se especifican múltiples anchos de banda de transmisión escalables como 1,4, 3,0, 5,0, 10,0, 15,0 y 20,0 MHz, para conseguir un despliegue flexible del sistema utilizando un espectro determinado. En el enlace descendente, se adoptó el acceso radioeléctrico basado en multiplexación por división de frecuencias ortogonales (OFDM, Orthogonal Frequency Division Multiplexing) debido a su inherente inmunidad a la interferencia por trayectos múltiples (MPI, multipath interference) debida a una baja velocidad de símbolos, a la utilización de un prefijo cíclico (CP, cyclic prefix) y a su afinidad con diferentes disposiciones de ancho de banda de transmisión. En el enlace ascendente, se adoptó el acceso radioeléctrico basado en acceso múltiple por división de frecuencias de portadora única (SC-FDMA, single-carrier frequency division multiple access), dado que se priorizó la disposición de cobertura de área extensa frente a la mejora en la velocidad de datos de pico considerando la potencia de transmisión limitada del equipo de usuario (UE, user equipment). Se utilizan muchas técnicas clave de acceso radioeléctrico por paquetes, incluyendo técnicas de transmisión de canal de múltiples entradas múltiples salidas (MIMO, multiple-input multiple-output), y se consigue una estructura de señalización de control muy eficiente, en LTE versión 8.

35 **Arquitectura LTE**

La arquitectura global se muestra en la figura 1, y en la figura 2 se proporciona una representación más detallada de la arquitectura E-UTRAN. E-UTRAN consiste en el eNodo B, que proporciona las terminaciones de protocolo del plano de usuario E-UTRA (PDCP/RLC/MAC/PHY) y del plano de control (RRC) hacia el equipo de usuario (UE). El eNodo B (eNB) aloja las capas física (PHY), de control de acceso al medio (MAC, Medium Access Control), de control del radioenlace (RLC, Radio Link Control) y de protocolo de control de datos de paquetes (PDCP, Packet Data Control Protocol) que incluyen la funcionalidad de compresión y cifrado de cabeceras del plano de usuario. Ofrece asimismo una funcionalidad de control de recursos radioeléctricos (RRC, Radio Resource Control) correspondiente al plano de control. Lleva a cabo muchas funciones que incluyen gestión de recursos radioeléctricos, control de admisión, planificación, aplicación de QoS de enlace ascendente negociada, difusión de información de celdas, cifrado/descifrado de datos de los planos de usuario y de control, y compresión/descompresión de cabeceras de paquetes del plano de usuario de enlace descendente/enlace ascendente. Los eNodoBs están interconectados entre sí por medio de la interfaz X2.

Los eNodoBs están conectados asimismo por medio de la interfaz S1 al EPC (Evolved Packet Core, núcleo de paquetes evolucionado), más específicamente a la MME (entidad de gestión de movilidad) 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 MME/pasarelas de servicio y eNodoBs. La SGW encamina y transmite paquetes de datos de usuario, actuando al mismo tiempo como ancla de movilidad para el plano de usuario durante traspasos entre eNodoBs y como ancla para la movilidad entre LTE y otras tecnologías 3GPP (terminando la interfaz S4 y retransmitiendo el tráfico entre sistemas 2G/3G y PDN GW). Para equipos de usuario en estado de reposo, la SGW termina el trayecto de datos de enlace descendente y desencadena una radiobúsqueda cuando los datos de enlace descendente llegan al equipo de usuario. Gestiona y almacena contextos de equipo de usuario, por ejemplo parámetros del servicio de portadoras de IP, información de encaminamiento interno de la red. Lleva a cabo asimismo la replicación del tráfico

de usuario en caso de interceptación lícita.

La MME es el nodo de control clave para la red de acceso LTE. Es responsable del procedimiento de seguimiento y radiobúsqueda del equipo de usuario en modo de reposo, incluyendo retransmisiones. Está involucrada en el proceso de activación/desactivación de portadoras y es responsable asimismo de elegir la SGW para un equipo de usuario en el acoplamiento inicial y en el momento de traspaso intra-LTE involucrando reasignación de nodos de la red central (CN, Core network). Es responsable de autenticar al usuario (interactuando con el HSS). La señalización del estrato sin acceso (NAS, Non-Access Stratum) termina en la MME, y esta es responsable asimismo de la generación y asignación de identidades temporales a los equipos de usuario. Verifica la autorización del equipo de usuario para acampar en la red móvil terrestre pública (PLMN, Public Land Mobile network) del proveedor de servicio e impone las restricciones de itinerancia sobre el equipo de usuario. La MME es el punto de terminación en la red para cifrado/protección de integridad para señalización NAS y maneja la gestión de claves de seguridad. La interceptación lícita de señalización está soportada asimismo por la MME. La MME proporciona asimismo la función del plano de control para movilidad entre LTE y redes de acceso 2G/3G, con la interfaz S3 terminando en la MME desde la SGSN. La MME termina asimismo la interfaz S6a hacia el HSS propio, para equipos de usuario itinerantes.

Esquema de acceso de enlace ascendente para LTE

Para transmisión de enlace ascendente, es necesaria una transmisión usuario-terminal eficiente energéticamente para maximizar la cobertura. Se ha elegido una transmisión de portadora única combinada con FDMA (Frequency Division Multiple Access, acceso múltiple por división de frecuencias) con asignación dinámica de ancho de banda, como el esquema de transmisión de enlace ascendente de UTRA evolucionado. La razón principal para la preferencia por una transmisión de portadora única es la menor relación de potencia cresta-potencia media (PAPR, peak-to-average power ratio), comparada con señales de múltiples portadoras (OFDMA - acceso múltiple por división de frecuencias ortogonales), y la correspondientemente mejor eficiencia del amplificador de potencia y la cobertura mejorada presumida (velocidades de datos superiores para una potencia de cresta de terminal determinada). Durante cada intervalo de tiempo, el eNodo B asigna a los usuarios un recurso único de tiempo/frecuencia para transmitir datos de usuario, asegurando de ese modo la ortogonalidad entre celdas. Un acceso ortogonal en el enlace ascendente hace prever una mayor eficiencia espectral al eliminar la interferencia entre celdas. La interferencia debida a propagación por trayectos múltiples se gestiona en la estación base (eNodoB), ayudada por la introducción de un prefijo cíclico en la señal transmitida.

El recurso físico básico utilizado para transmisión de datos consiste en un recurso de frecuencia de tamaño $BW_{concesión}$ durante un intervalo de tiempo, por ejemplo una subtrama de 0,5 ms, sobre el que se mapean los bits de información codificada. Se debe observar que una subtrama, denominada asimismo intervalo de tiempo de transmisión (TTI, transmission time interval), es el intervalo de tiempo más pequeño para la transmisión de datos de usuario. Sin embargo, es posible asimismo asignar un recurso de frecuencia $BW_{concesión}$ sobre un periodo de tiempo mayor que un TTI a un usuario mediante concatenación de subtramas.

El recurso de frecuencia puede estar en un espectro localizado o bien distribuido tal como se muestra, si bien para 3GPP LTE (versión 8) se ha decidido soportar solamente asignaciones localizadas, en el enlace ascendente. Tal como se puede ver a partir de la figura 3, la portadora única localizada está caracterizada porque la señal transmitida tiene un espectro continuo que ocupa una parte del espectro disponible total. Diferentes velocidades de símbolos (correspondientes a velocidades de datos diferentes) de la señal transmitida implican anchos de banda diferentes de una señal de portadora única localizada.

Por otra parte, la portadora única distribuida está caracterizada porque la señal transmitida tiene un espectro no continuo ("en forma de peine") que está distribuido sobre el ancho de banda del sistema. Se debe observar que, aunque la señal de portadora única distribuida está distribuida sobre el ancho de banda del sistema, la cantidad total de espectro ocupado es, esencialmente, la misma que la de una portadora única localizada. Además, para una velocidad de símbolos mayor/menor, el número de "dedos del peine" aumenta/disminuye, mientras que el "ancho de banda" de cada "dedo del peine" permanece igual.

La transmisión distribuida puede proporcionar una ganancia en diversidad de frecuencias mayor que una transmisión localizada, mientras que la transmisión localizada permite más fácilmente una planificación dependiente del canal. Se debe observar que, en muchos casos, la decisión de planificación puede decidir proporcionar todo el ancho de banda a un único equipo de usuario para conseguir altas velocidades de datos.

Esquema de planificación de enlace ascendente para LTE

El esquema de enlace ascendente permite tanto acceso planificado, es decir controlado por el eNodoB, como acceso basado en contienda.

En el caso de acceso planificado, el equipo de usuario se asigna a un cierto recurso de frecuencia durante un cierto tiempo (es decir, un recurso de tiempo/frecuencia) para transmisión de datos de enlace ascendente. Sin embargo, algunos recursos de tiempo/frecuencia se pueden asignar para acceso basado en contienda. Dentro de estos recursos de tiempo/frecuencia, los equipos de usuario pueden transmitir sin ser planificados primero. Un escenario en el que el equipo de usuario está realizando un acceso basado en contienda es, por ejemplo, el acceso aleatorio, es decir,

cuando el equipo de usuario está llevando a cabo el acceso inicial a una celda o para solicitar recursos de enlace ascendente.

Para el acceso planificado, el planificador del eNodeB asigna a un usuario un único recurso de frecuencia/tiempo para transmisión de datos de enlace ascendente. Más específicamente, el planificador determina

- 5
- a qué equipo o equipos de usuario se permite transmitir,
 - qué recursos de canal físico (frecuencia),
 - formato de transporte (tamaño del bloque de transporte (TBS, (Transport Block Size) y esquema de modulación y codificación (MCS, Modulation and Coding Scheme)) a utilizar por el terminal móvil para la transmisión.

10 La información de asignación se señala al equipo de usuario por medio de una concesión de planificación, enviada sobre el denominado canal de control L1/L2. Por simplicidad, este canal de enlace descendente se denomina en adelante el "canal de concesión de enlace ascendente".

15 Un mensaje de concesión de planificación (denominado asimismo una asignación de recursos en la presente memoria) contiene por lo menos información de qué parte de la banda de frecuencia se permite utilizar al equipo de usuario, el periodo de validez de la concesión y el formato de transporte que el equipo de usuario tiene que utilizar en la transmisión de enlace ascendente entrante. El periodo de validez más corto es de una subtrama. Puede estar incluida asimismo información adicional en el mensaje de concesión, dependiendo del esquema seleccionado. Se utilizan concesiones "por equipo de usuario" solamente para conceder el derecho a transmitir en el canal compartido de enlace ascendente de UL-SCH (es decir, no hay "concesiones por equipo de usuario por RB"). Por lo tanto, el equipo de usuario tiene que distribuir los recursos asignados entre las portadoras radioeléctricas de acuerdo con ciertas reglas, que se explicarán en detalle en la siguiente sección.

20

A diferencia de HSUPA, no hay selección de formato de transporte basada en equipo de usuario. La estación base (eNodeB) decide el formato de transporte en base a cierta información, por ejemplo, información de planificación notificada e información de QoS, y el equipo de usuario tiene que seguir el formato de transporte seleccionado. En HSUPA, el eNodeB asigna el máximo recurso de enlace ascendente y el equipo de usuario selecciona correspondientemente el formato de transporte real para las transmisiones de datos.

25

Se permite a las transmisiones de datos de enlace ascendente utilizar solamente los recursos de tiempo-frecuencia asignados al equipo de usuario por medio de la concesión de planificación. Si el equipo de usuario no tiene una concesión válida, no se le permite transmitir ningún dato de enlace ascendente. A diferencia de HSUPA, donde cada equipo de usuario está siempre asignado a un canal dedicado, existe solamente un canal de datos de enlace ascendente compartido por múltiples usuarios (UL-SCH) para transmisiones de datos.

30

Para solicitar recursos, el equipo de usuario transmite un mensaje de petición de recursos al eNodeB. Este mensaje de petición de recursos podría contener, por ejemplo, información sobre el estado de la memoria tampón, el estado de potencia del equipo de usuario y alguna información relacionada con la calidad de servicio (QoS, Quality of Services). Esta información, que se denominará información de planificación, permite al eNodeB realizar una asignación de recursos adecuada. A lo largo del documento se asume que el estado de la memoria tampón se notifica para un grupo de portadoras radioeléctricas. Por supuesto, son posibles asimismo otras configuraciones para notificación del estado de la memoria tampón. Dado que la planificación de recursos radioeléctricos es la función más importante en una red de acceso de canal compartido para determinar la calidad de servicio, hay una serie de requisitos que debe cumplir el esquema de planificación de enlace ascendente para LTE con el fin de permitir una gestión de QoS eficiente (ver 3GPP RAN WG#2 Tdoc R2- R2-062606, "QoS operator requirements/use cases for services sharing the same bearer", de T-Mobile, NTT DoCoMo, Vodafone, Orange, KPN; disponible en <http://www.3gpp.org>:

35

- Se debería evitar la desatención de servicios de baja prioridad
 - El esquema de planificación debería soportar una diferenciación clara de QoS para portadoras radioeléctricas/servicios.
 - La notificación de enlace ascendente debería permitir informes de memoria tampón de granularidad fina (por ejemplo, por portadora radioeléctrica o por grupo de portadoras radioeléctricas) con el fin de permitir que el planificador del eNode B identifique para qué portadora radioeléctrica/servicio se deben enviar datos.
 - Debería ser posible realizar una diferenciación clara de QoS entre servicios de diferentes usuarios.
 - Debería ser posible proporcionar una velocidad binaria mínima por cada portadora radioeléctrica.
- 45
- 50

Tal como se puede observar por la lista anterior, un aspecto esencial del esquema de planificación LTE es proporcionar mecanismos con los que el operador pueda controlar el reparto de su capacidad de celda agregada entre portadoras radioeléctricas de las diferentes clases de QoS. La clase de QoS de una portadora radioeléctrica se identifica mediante el perfil de QoS de la correspondiente portadora SAE señalizada desde la pasarela de servicio al eNode B, tal como se ha descrito anteriormente. Un operador puede asignar a continuación una cierta cantidad de su capacidad de celda agregada al tráfico agregado asociado con portadoras radioeléctricas de una cierta clase de QoS.

55

El objetivo principal de utilizar este enfoque basado en clases es poder diferenciar el tratamiento de paquetes en función de la clase de QoS a la que pertenecen. Por ejemplo, cuando la carga en una celda aumenta, debería ser

posible para un operador gestionar esto regulando el tráfico perteneciente a una clase de QoS de baja prioridad. En este escenario, el tráfico de alta prioridad puede seguir experimentando una situación de poca carga, dado que los recursos agregados asignados a este tráfico son suficientes para proporcionarle servicio. Esto debería ser posible en ambos sentidos de enlace ascendente y de enlace descendente.

5 Un beneficio de utilizar este enfoque es proporcionar al operador un control total de las políticas que rigen el reparto del ancho de banda. Por ejemplo, la política de un operador podría ser, incluso en cargas extremadamente altas, evitar la desatención del tráfico perteneciente a su clase QoS de menor prioridad. Evitar la desatención del tráfico de baja prioridad es uno de los requisitos principales del esquema de planificación de enlace ascendente en LTE. En el actual mecanismo de planificación de UMTS versión 6 (HSUPA), el esquema de priorización absoluta puede conducir a la desatención de aplicaciones de baja prioridad. La selección E-TFC (Enhanced Transport Format Combination, combinación de formato de transporte mejorada) se realiza solamente en función de prioridades absolutas de canales lógicos, es decir, se maximiza la transmisión de datos de alta prioridad, lo que significa que los datos de baja prioridad quedan posiblemente desatendidos a cuenta de los datos de alta prioridad. Con el fin de evitar la desatención, el planificador del eNodo B debe tener medios para controlar desde qué portadoras radioeléctricas transmite datos un equipo de usuario. Esto influye de manera determinante sobre el diseño y la utilización de las concesiones de planificación transmitidas sobre el canal de control L1/L2 en enlace descendente. En lo que sigue, se esbozan los detalles del procedimiento de control de la velocidad de enlace ascendente en LTE.

Procedimiento de acceso aleatorio

20 En LTE, un terminal móvil puede ser planificado solamente para transmisión de enlace ascendente si su transmisión de enlace ascendente está sincronizada temporalmente. Por lo tanto, el procedimiento de acceso aleatorio (RACH) juega un papel importante como interfaz entre terminales móviles (UEs) no sincronizados y la transmisión ortogonal del acceso radioeléctrico de enlace ascendente.

25 Esencialmente, el acceso aleatorio en LTE se utiliza para conseguir sincronización temporal de enlace ascendente para un equipo de usuario que aún no ha adquirido, o que ha perdido, su sincronización de enlace ascendente. Una vez que el equipo de usuario ha conseguido sincronización de enlace ascendente, el eNodoB puede planificar recursos de transmisión de enlace ascendente para el mismo. Por lo tanto, los escenarios siguientes son relevantes para acceso aleatorio:

- Un equipo de usuario en estado RRC_CONNECTED, pero no sincronizado en enlace ascendente, que desea enviar nuevos datos de enlace ascendente o información de control.
- 30 - Un equipo de usuario en estado RRC_CONNECTED, pero no sincronizado en enlace ascendente, que necesita recibir datos de enlace descendente, y por lo tanto transmitir correspondiente retroalimentación de HARQ, es decir ACK/NACK, en el enlace ascendente. Este escenario se denomina asimismo llegada de datos en enlace descendente.
- Un equipo de usuario en estado RRC_CONNECTED, en traspaso desde su actual celda de servicio a una nueva celda objetivo; para conseguir sincronización temporal del enlace ascendente en la celda objetivo se lleva a cabo un procedimiento de acceso aleatorio.
- 35 - Una transición del estado RRC_IDLE al estado RRC_CONNECTED, por ejemplo para acceso inicial o seguimiento de actualizaciones de área.
- Recuperación desde un fallo en el radio enlace, es decir, restablecimiento de la conexión RRC.

40 Existe otro caso más, cuando el equipo de usuario ejecuta un procedimiento de acceso aleatorio, aunque el equipo de usuario esté sincronizado temporalmente. En este escenario, el equipo de usuario utiliza el procedimiento de acceso aleatorio para enviar una petición de planificación, es decir, un informe del estado de memoria tampón de enlace ascendente, a su eNodoB, en caso de que no tenga ningún otro recurso de enlace ascendente asignado en el que enviar la petición de planificación, es decir, no está configurado un canal de petición de planificación dedicada (D-SR, dedicated scheduling prequest).

45 LTE ofrece dos tipos de procedimiento de acceso aleatorio que permiten que el acceso sea basado en contienda, es decir implicando un riesgo inherente de colisión, o que sea sin contienda (no basado en contienda). Se debe observar que el acceso aleatorio basado en contienda se puede aplicar a la totalidad de los seis escenarios enumerados anteriormente, mientras que el procedimiento de acceso aleatorio no basado en contienda se puede aplicar solamente a los escenarios de llegada de datos de enlace descendente y de traspaso.

50 A continuación se describirá en mayor detalle el procedimiento de acceso aleatorio basado en contienda con respecto a la figura 5. Se puede encontrar asimismo una descripción detallada del procedimiento de acceso aleatorio en 3GPP TS 36.321, "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Medium Access Control (MAC) protocol specification", versión 8.5.0, disponible en <http://www.3gpp.org>. La figura 5 muestra el procedimiento RACH basado en contienda de LTE. Este procedimiento consiste en cuatro "etapas". En primer lugar, el equipo de usuario transmite

55 501 un preámbulo de acceso aleatorio sobre el canal físico de acceso aleatorio (PRACH, Physical Random Access

Channel) al eNodoB. El preámbulo es seleccionado por el equipo de usuario a partir del conjunto de preámbulos de acceso aleatorio disponibles reservados por el eNodoB para acceso basado en contienda. En LTE hay 64 preámbulos por celda que pueden ser utilizados para acceso aleatorio sin contienda así como basado en contienda. Este conjunto de preámbulos basados en contienda se puede subdividir además en dos grupos, de tal modo que la elección del preámbulo puede llevar un bit de información para indicar información relativa a la cantidad de recursos de transmisión que se necesita transmitir para la primera transmisión planificada, que se denomina msg3 en TS36.321 (ver etapa 503). La información del sistema difundida en la celda contiene la información cuyas firmas (preámbulos) están en cada uno de los dos subgrupos así como el significado de cada subgrupo. El equipo de usuario selecciona aleatoriamente un preámbulo del subgrupo correspondiente al tamaño del recurso de transmisión necesario para la transmisión del mensaje 3.

Después de que el eNodoB ha detectado un preámbulo RACH, envía 502 una respuesta de acceso aleatorio (RAR, random access response) en el PDSCH (Physical Downlink Shared Channel, canal físico compartido de enlace descendente) dirigida al PDCCH con el RA-RNTI (acceso aleatorio) que identifica el intervalo de tiempo-frecuencia en el que se ha detectado el preámbulo. Si múltiples equipos de usuario han transmitido el mismo preámbulo RACH en el mismo recurso para PRACH, lo que se denomina asimismo colisión, estos recibirían la misma respuesta de acceso aleatorio.

La propia respuesta de acceso aleatorio transporta el preámbulo RACH detectado, un comando de alineación de temporización (comando TA) para la sincronización de las subsiguientes transmisiones de enlace ascendente, una asignación (concesión) inicial de recursos de enlace ascendente para la transmisión de la primera transmisión planificada (ver la etapa 503) y una asignación de un identificador temporal de red de radio celular temporal (T-CRNTI, Temporary Cell Radio network Temporary Identifier). Este T-CRNTI es utilizado por el eNodoB para dirigir el móvil o móviles cuyo preámbulo RACH se detecte hasta la finalización del procedimiento RACH, dado que en este momento la identidad "real" del móvil no es conocida aún por el eNodoB.

Además, el mensaje de acceso aleatorio puede contener asimismo un denominado indicador de retroceso, que el eNodoB puede activar para ordenar al equipo de usuario que retroceda durante un periodo de tiempo antes de reintentar un acceso aleatorio. El equipo de usuario monitoriza en el PDCCH la recepción de una respuesta de acceso aleatorio dentro de una ventana de tiempo dada, que es configurada por el eNodoB. En caso de que el equipo de usuario no reciba una respuesta de acceso aleatorio dentro de dicha ventana de tiempo configurada, retransmite el preámbulo en la siguiente oportunidad PRACH teniendo en cuenta un potencial periodo de retroceso.

En respuesta al mensaje de respuesta de acceso aleatorio recibido desde el eNodoB, el equipo de usuario transmite 503 la primera transmisión de enlace ascendente planificada en los recursos asignados por la concesión dentro de la respuesta de acceso aleatorio. Esta transmisión de enlace ascendente planificada transporta el propio mensaje del procedimiento de acceso aleatorio, tal como por ejemplo una petición de conexión RRC, una actualización del área de seguimiento o un informe del estado de la memoria tampón. Incluye además el C-RNTI para equipos de usuario en modo RRC_CONNECTED o bien la identidad única de equipo de usuario de 48 bits si los equipos de usuario están en modo RRC_IDLE. En caso de que se haya producido una colisión de preámbulos, es decir múltiples equipos de usuario han enviado el mismo preámbulo en el mismo recurso PRACH, los equipos de usuario en colisión recibirán el mismo T-CRNTI dentro de la respuesta de acceso aleatorio y colisionarán asimismo en los mismos recursos de enlace ascendente cuando transmitan 503 su transmisión planificada. Esto puede tener como resultado interferencia, de tal modo que ninguna transmisión procedente de un equipo de usuario en colisión puede ser descodificada en el eNodoB, y los equipos de usuario reiniciarán el procedimiento de acceso aleatorio después de haber alcanzado el número máximo de retransmisión para su transmisión planificada. En caso de que la transmisión planificada procedente de un equipo de usuario sea descodificada satisfactoriamente por el eNodoB, la contienda continúa sin resolverse para los otros equipos de usuario.

Para la resolución de este tipo de contienda, el eNodo B envía 504 un mensaje de resolución de contienda dirigido al C-RNTI o al C-RNTI temporal y, en el último caso, replica la identidad de equipo de usuario de 48 bits contenida en la transmisión planificada. Soporta HARQ. En caso de una colisión seguida por una descodificación satisfactoria del mensaje 3, la retroalimentación HARQ (ACK) es transmitida solamente por el equipo de usuario que detecta su propia identidad, sea C-RNTI o ID única de equipo de usuario. Otros UEs comprenden que ha habido una colisión en la etapa 1 y pueden salir rápidamente del actual procedimiento RACH e iniciar otro.

La figura 6 muestra el procedimiento de acceso aleatorio sin contienda de LTE. En comparación con el procedimiento de acceso aleatorio basado en contienda, se simplifica el procedimiento de acceso aleatorio sin contienda. El eNodoB proporciona 601 al equipo de usuario el preámbulo a utilizar para acceso aleatorio de tal modo que no hay riesgo de colisiones, es decir, múltiples equipos de usuario transmitiendo el mismo preámbulo. Por consiguiente, el equipo de usuario envía 602 el preámbulo que ha sido señalado por el eNodoB en el enlace ascendente en un recurso PRACH. Dado que se evita el caso de que múltiples UEs estén enviando el mismo preámbulo para un acceso aleatorio sin contienda, no es necesaria resolución de contienda, lo que implica a su vez que se puede omitir la etapa 504 del procedimiento basado en contienda que se muestra en la figura 5. Esencialmente, un procedimiento de acceso aleatorio sin contienda finaliza después de haber recibido satisfactoriamente la respuesta de acceso aleatorio.

Funcionamiento de protocolo HARQ para transmisiones de datos de unidifusión

Una técnica común para detección y corrección de errores en sistemas de transmisión de paquetes sobre canales poco fiables se denomina petición de repetición automática híbrida (HARQ, Hybrid Automatic Repeat Request). ARQ híbrida es una combinación de corrección de errores hacia delante (FEC, Forward Error Correction) y ARQ.

5 Si se transmite un paquete con codificación FEC y el receptor no puede decodificar correctamente el paquete (los errores se verifican normalmente mediante CRC (Cyclic Redundancy Check, verificación por redundancia cíclica)), el receptor pide una retransmisión del paquete.

En LTE hay dos niveles de retransmisiones para proporcionar fiabilidad, a saber, HARQ en la capa MAC y ARQ exterior en la capa RLC. La ARQ exterior es necesaria para gestionar errores residuales que no son corregidos mediante HARQ que se simplifica mediante la utilización de un mecanismo de retroalimentación de errores de un solo bit, es decir ACK/NACK. Se utiliza una HARQ de parada y espera de N procesos, que tiene retransmisiones asíncronas en el enlace descendente y retransmisiones síncronas en el enlace ascendente. HARQ síncrona significa que las retransmisiones de bloques HARQ se producen a intervalos periódicos predefinidos. De este modo, no se requiere señalización explícita para indicar al receptor la planificación de retransmisión. La HARQ asíncrona ofrece la flexibilidad de planificar retransmisiones en base a condiciones de la interfaz aérea. En este caso, es necesario señalizar alguna identificación del proceso HARQ para permitir un funcionamiento correcto del peinado y del protocolo. En 3GPP, se utilizan operaciones HARQ con ocho procesos en LTE versión 8. El funcionamiento del protocolo HARQ para transmisiones de datos de enlace descendente será similar o incluso idéntico a HSDPA.

En el funcionamiento del protocolo HARQ de enlace ascendente, existen dos diferentes opciones sobre cómo planificar una retransmisión. Las retransmisiones son planificadas mediante una retransmisión síncrona no adaptativa, NACK, o planificadas explícitamente mediante retransmisiones síncronas adaptativas, PDCCH. En el caso de una retransmisión síncrona no adaptativa, la retransmisión utilizará los mismos parámetros que la transmisión de enlace ascendente anterior, es decir, la retransmisión será señalizada sobre los mismos recursos de canal físico que utilizan respectivamente el mismo esquema de modulación. Dado que las retransmisiones síncronas adaptativas son planificadas explícitamente por medio del PDCCH, el eNodo B tiene la posibilidad de cambiar ciertos parámetros para la retransmisión. Por ejemplo, una retransmisión se podría planificar en un recurso de frecuencia diferente con el fin de evitar la fragmentación en el enlace ascendente, o el eNodo B podría cambiar el esquema de modulación o indicar alternativamente al equipo de usuario qué versión de redundancia utilizar para la retransmisión. Se debe observar que la retroalimentación HARQ (ACK/NACK) y la señalización PDCCH se producen en la misma temporización. Por lo tanto, el equipo de usuario necesita solamente verificar una vez si se ha desencadenado retransmisión síncrona no adaptativa, solamente se ha recibido NACK, o si el eNodo B solicita una retransmisión síncrona adaptativa, es decir se ha señalado PDCCH.

Señalización de control L1/L2

Para informar a los usuarios planificados acerca de su estado de asignación, el formato de transporte y otra señalización de control L1/L2 de información relacionada con los datos (por ejemplo, HARQ) tiene que ser transmitida sobre el enlace descendente junto con los datos. La señalización de control tiene que ser multiplexada con los datos de enlace descendente en una subtrama (suponiendo que la asignación de usuarios pueda cambiar de una subtrama a otra). En este caso, se debe observar que la asignación de usuarios se puede asimismo llevar a cabo en un esquema TTI (intervalo de tiempo de transmisión), donde la longitud del TTI es un múltiplo de las subtramas. La longitud de TTI puede ser fija en un área de servicio para todos los usuarios, puede ser diferente para usuarios diferentes, o puede incluso ser dinámica para cada usuario. Generalmente, la señalización control L1/2 solo tiene que ser transmitida entonces una vez por TTI. La señalización de control L1/L2 se transmite en el canal de control físico de enlace descendente (PDCCH, Physical Downlink Control Channel). Se debe observar que las asignaciones para transmisiones de datos de enlace ascendente, concesiones de enlace ascendente, se transmiten asimismo en el PDCCH.

45 Generalmente, la información PDCCH enviada sobre la señalización de control L1/L2 puede ser dividida en información de control compartida (SCI, Shared Control Information) e información de control dedicada (DCI, Dedicated Control Information).

Información de control compartida (SCI)

La información de control compartida (SCI) transporta la denominada información Cat 1. La parte SCI de la señalización de control L1/L2 contiene información relacionada con la asignación de recursos (indicación). La SCI contiene habitualmente la información siguiente:

- Identidad de usuario, que indica el usuario que es asignado
- Información de asignación de RB, que indica los recursos (bloques de recursos, RBs) en los que un usuario es asignado. Se debe observar que el número de RBs en los que se asigna un usuario puede ser dinámico.
- Duración de la asignación (opcional), si es posible una asignación sobre múltiples subtramas (o TTI).

55 En función de la configuración de otros canales y de la configuración de la información de control dedicada (DCI), la SCI puede contener adicionalmente información tal como ACK/NACK para transmisión de enlace ascendente,

información de planificación de enlace ascendente, información sobre la DCI (recurso, MCS, etc.).

Información de control dedicada (DCI)

La información de control dedicada (DCI) transporta la denominada información Cat 2/3. La parte DCI de la señalización de control L1/L2 contiene información relacionada con el formato de transmisión (Cat 2) de los datos transmitidos a un usuario planificado, que se indica mediante Cat 1. Además, en el caso de aplicación de ARQ (híbrida) transporta información de HARQ (Cat 3). La DCI solamente tiene que ser descodificada por el usuario planificado según Cat 1. La DCI contiene habitualmente información sobre:

- Cat 2: esquema de modulación, tamaño (o velocidad de codificación) del bloque de transporte (carga útil), información relacionada con MIMO, etc. Cabe señalar que se puede señalar tanto el bloque de transporte (o tamaño de carga útil) como la velocidad de código. En cualquier caso, estos parámetros se pueden calcular uno a partir del otro utilizando la información del esquema de modulación y la información de recursos (número de RBs asignados).
- Cat 3: información relacionada con HARQ, por ejemplo número de proceso de ARQ híbrida, versión de redundancia, número de secuencia de retransmisión.

Información de señalización de control L1/L2 para transmisiones de datos de enlace descendente

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

- El recurso o recursos de canal físico sobre los que se transmiten los datos (por ejemplo, subportadoras o bloques de subportadoras en caso de OFDM, códigos en caso de CDMA). Esta información permite al equipo de usuario (receptor) identificar los recursos sobre los que se transmiten los datos.
- El formato de transporte, que se utiliza para la transmisión. Este puede ser el tamaño del bloque de transporte de los datos (tamaño de carga útil, tamaño de bits de información), el nivel de MCS (esquema de modulación y codificación), la eficiencia espectral, la velocidad de código, etc. Esta información (normalmente junto con la asignación de recursos) permite al equipo de usuario (receptor) identificar el tamaño de bits de información, el esquema de modulación y la velocidad de código con el fin de iniciar la desmodulación, la desadaptación de velocidad y el proceso de descodificación. En algunos casos, el esquema de modulación se puede señalar explícitamente.
- Información HARQ:
 - Número de proceso: permite al equipo de usuario identificar el proceso HARQ en el que se mapean los datos.
 - Número de secuencia o indicador de nuevos datos: permiten al equipo de usuario identificar si la transmisión es un nuevo paquete o un paquete retransmitido.
 - Versión de redundancia y/o de constelación: indica al equipo de usuario qué versión de redundancia de ARQ híbrida se utiliza (necesario para la desadaptación de velocidad) y/o qué versión de constelación de modulación se utiliza (necesario para la desmodulación).
- Identidad de equipo de usuario (ID de equipo de usuario): indica para qué equipo de usuario está prevista la señalización de control L1/L2. En las implementaciones típicas esta información se utiliza para enmascarar el CRC de la señalización de control L1/L2 con el fin de impedir que otros equipos de usuario lean esta información.

Información de señalización de control L1/L2 para transmisiones de datos de enlace ascendente

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

- El recurso o recursos de canal físico sobre los que el equipo de usuario debería transmitir los datos (por ejemplo, subportadoras o bloques de subportadoras en caso de OFDM, códigos en caso de CDMA).
- El formato de transporte que el equipo de usuario debería utilizar para la transmisión. Este puede ser el tamaño del bloque de transporte de los datos (tamaño de carga útil, tamaño de bits de información), el nivel de MCS (esquema de modulación y codificación), la eficiencia espectral, la velocidad de código, etc. Esta información (normalmente junto con la asignación de recursos) permite al equipo de usuario (transmisor) seleccionar el tamaño de bits de información, el esquema de modulación y la velocidad de código con el fin de iniciar la modulación, la adaptación de velocidad y el proceso de codificación. En algunos casos, el esquema de modulación se puede señalar explícitamente.
- Información de ARQ híbrida:

- Número de proceso: indica al equipo de usuario desde qué proceso de ARQ híbrida debería seleccionar los datos.
- Número de secuencia o indicador de nuevos datos: indica al equipo de usuario que transmita un nuevo paquete o retransmita un paquete.
- 5 - Versión de redundancia y/o de constelación: indica al equipo de usuario qué versión de redundancia de ARQ híbrida utilizar (requerido para adaptación de velocidad) y/o qué versión de constelación de modulación utilizar (requerido para desmodulación).
- Identidad de equipo de usuario (ID de equipo de usuario): indica qué equipo de usuario debería transmitir datos. En las implementaciones típicas esta información se utiliza para enmascarar el CRC de la señalización de control L1/L2 con el fin de impedir que otros equipos de usuario lean esta información.
- 10

Existen varias preferencias sobre cómo transmitir exactamente los elementos de información mencionados anteriormente. Además, la información de control L1/L2 puede contener asimismo información adicional o puede omitir parte de la información. Por ejemplo:

- El número de proceso HARQ puede no ser necesario en caso de un protocolo HARQ síncrono.
- 15 - La versión de redundancia y/o de constelación puede no ser necesaria si se utiliza combinación Chase (siempre la misma versión de redundancia y/o de constelación) o si la secuencia de versiones de redundancia y/o de constelación está predefinida.
- Se puede incluir adicionalmente información de control de potencia en la señalización de control.
- Se puede incluir adicionalmente en la señalización de control información de control relacionada con MIMO, tal como por ejemplo precodificación.
- 20 - En el caso de transmisión MIMO de múltiples palabras de código se puede incluir información del formato de transporte y/o de HARQ para múltiples palabras de código.

Para asignaciones de recursos de enlace ascendente (PUSCH) señalizadas sobre PDCCH en LTE, la información de control L1/L2 no contiene un número de proceso HARQ, dado que se utiliza un protocolo HARQ síncrono para enlace ascendente LTE. El proceso HARQ que se debe utilizar para una transmisión de enlace ascendente está proporcionado por la temporización. Además, se debe observar que la información de versión de redundancia (RV, Redundancy version) se codifica conjuntamente con la información de formato de transporte, es decir, la información de RV está incorporada en el campo de formato de transporte (TF, transport format). El campo de TF, respectivamente de MCS, tiene por ejemplo un tamaño de 5 bits, que corresponde a 32 entradas. 3 entradas de tabla TF/MCS están reservadas para indicar RVs 1, 2 o 3. Las restantes entradas de tabla MCS se utilizan para señalar el nivel MCS (TBS) indicando implícitamente RV0. El tamaño del campo de CRC del PDCCH es de 16 bits. Además, la información de control L1 para la asignación de recursos de enlace ascendente contiene un denominado bit de petición de CQI, que es activado por el eNodeB con el fin de ordenar al UE incluir información de calidad del canal (CQI) de enlace descendente dentro de las transmisiones de enlace ascendente planificadas. La información de CQI es utilizada por el eNodeB para planificar transmisiones de datos de enlace descendente. El bit de petición de CQI permite al eNodeB recabar información sobre las condiciones del canal de enlace descendente del UE.

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

Avances adicionales para LTE (LTE-A)

El espectro de frecuencia para IMT-avanzado se decidió en la World Radiocommunication Conference 2007 (WRC-07) del noviembre pasado [4]. Aunque se decidió el espectro global de frecuencia para IMT-avanzado, el ancho de banda de frecuencia disponible es diferente en función de cada zona o país. Sin embargo, tras la decisión sobre el esbozo del espectro de frecuencia disponible, la estandarización de la interfaz radioeléctrica se inició en el proyecto de asociación de tercera generación (3GPP, 3rd Generation Partnership Project). En la reunión 3GPP TSG RAN #39, se aprobó la descripción del tema de estudio sobre "Further Advancements for E-UTRA (LTE-Advanced)". El tema de estudio abarca componentes de tecnología que se deben considerar para la evolución de E-UTRA, por ejemplo, para cumplir los requisitos sobre IMT-avanzado. Se describen a continuación dos componentes tecnológicos principales que están actualmente en estudio para LTE-A.

Soporte LTE-A de mayor ancho de banda

LTE-avanzado considera la agregación de portadoras, donde se agregan dos o más portadoras componentes, para

soportar mayores anchos de banda de transmisión, por ejemplo hasta 100 MHz, y para agregación de espectro.

Un terminal puede recibir o transmitir simultáneamente en una o varias portadoras componentes, en función de sus capacidades:

- 5 - Un terminal LTE-avanzado con capacidades de recepción y/o transmisión para agregación de portadoras puede recibir y/o transmitir simultáneamente sobre múltiples portadoras componentes. Hay un bloque de transporte (en ausencia de multiplexación espacial) y una entidad HARQ por cada portadora componente.
- Un terminal LTE versión 8 puede recibir y transmitir sobre solamente una portadora, siempre que la estructura de la portadora componente siga las especificaciones de la versión 8.

10 Será posible configurar compatibles todas las portadoras componentes LTE versión 8, por lo menos cuando el número agregado de portadoras componentes en el enlace ascendente y el enlace descendente sea el mismo. No se excluye la consideración de configuraciones no retrocompatibles de portadoras componentes LTE-A.

Soporte LTE-A de funcionalidad de retransmisión

15 La retransmisión está considerada para LTE-avanzado como una herramienta para mejorar, por ejemplo, la cobertura de altas velocidades de datos, la movilidad de grupo, el despliegue de red temporal, el rendimiento en el borde de la celda y/o para proporcionar cobertura en nuevas áreas.

El nodo relé está conectado de manera inalámbrica a la red de acceso radioeléctrico por medio de una celda donante. La conexión puede ser

- 20 - en banda, en cuyo caso el enlace de red-a-relé comparte la misma banda con los enlaces directos de red a equipo de usuario, dentro de la celda donante. Los equipos de usuario de versión 8 deberán poder conectar a la celda donante en este caso.
- fuera de banda, en cuyo caso el enlace de red-a-relé no funciona en la misma banda que los enlaces directos de red a equipo de usuario dentro de la celda donante.

Con respecto al conocimiento en el equipo de usuario, los relés se pueden clasificar en

- 25 - transparente, en cuyo caso el equipo de usuario no está al tanto de si comunica o no con la red mediante el relé.
- no transparente, en cuyo caso el equipo de usuario está al tanto de si está o no comunicando con la red mediante el relé.

En función de la estrategia de retransmisión, un relé puede

- ser parte de la celda donante
- controlar celdas propias

30 En caso de que el relé sea parte de la celda donante, el relé no tiene una identidad de celda propia (pero puede tener un ID de relé). Por lo menos parte del RRM está controlada por el eNodeB al que pertenece la celda donante, mientras que partes del RRM pueden estar situadas en el relé. En este caso, un relé debería soportar asimismo preferentemente equipos de usuario LTE versión 8. Los ejemplos de este tipo de relé son los repetidores inteligentes, los relés de decodificación y transmisión, y diferentes tipos de relés L2.

35 En el caso de que el relé controle las celdas propias, el relé controla una o varias celdas y se proporciona una única identidad de celda de capa física en cada una de las celdas controladas por el relé. Están disponibles los mismos mecanismos de RRM y, desde el punto de vista de un equipo de usuario, no hay diferencia en acceder a celdas controladas por un relé y a celdas controladas por un eNodeB "normal". Las celdas controladas por el relé deberían soportar asimismo equipos de usuario LTE versión 8. La función de red de auto-retorno (relé L3) utiliza este tipo de retransmisión.

40 En la figura 4 se muestra un sistema LTE-A a modo de ejemplo que utiliza nodos relé (RN, relay nodes). La interfaz inalámbrica entre el eNodeB y el RN, que conecta un RN con la red de acceso radioeléctrico, se denomina interfaz S1.

45 Para 3GPP LTE (versión 8) es necesario que el equipo de usuario pueda llevar a cabo una transición de modo de REPOSO a ACTIVO dentro en 100 ms, es decir, el acceso inicial se debería establecer dentro de 100 ms. Para 3GPP LTE (versión 8) este requisito de retardo se puede cumplir. Sin embargo, para 3GPP LTE-A (versión 10) la latencia global del plano de control, es decir, la transición de REPOSO a ACTIVO, se deberá reducir significativamente en comparación con 3GPP LTE (versión 8) de EPS (Evolved Packet System, sistema de paquetes evolucionado). El objetivo deseado para el tiempo de transmisión desde el modo RRC_IDLE al modo RRC_CONNECTED considerado
50 actualmente es de aproximadamente 50 ms, que sin embargo no es alcanzable para equipos de usuario en el borde

de la celda con el procedimiento RACH de 3GPP LTE (versión 8) basado en contienda especificado actualmente.

El documento WO2007/053840 describe técnicas para la transmisión y recepción eficiente de datos en un sistema de comunicación inalámbrica. Documento para discusión y decisión de MOTOROLA: "LTE Random Access Procedure", 3GPP TSG-RAN WG2, R2-061463, analiza el enfoque de acceso aleatorio de una etapa versus dos etapas y el contenido de los mensajes utilizados en el procedimiento de acceso aleatorio.

Sumario de la divulgación

Un objeto de la divulgación es sugerir un procedimiento de acceso aleatorio rápido para su uso en un sistema de comunicación móvil. El objeto se resuelve mediante el objeto de las reivindicaciones independientes. Las realizaciones ventajosas están sujetas a las reivindicaciones dependientes.

Breve descripción de las figuras

A continuación se describirá en mayor detalle la divulgación haciendo referencia a las figuras y dibujos adjuntos. Los detalles similares o correspondientes en las figuras están marcados con los mismos numerales de referencia.

- La figura 1** muestra una arquitectura a modo de ejemplo de un sistema LTE 3GPP,
- la figura 2** muestra una visión general a modo de ejemplo de la arquitectura E-UTRAN global de LTE,
- la figura 3** muestra una asignación localizada, a modo de ejemplo, del ancho de banda de enlace ascendente en un esquema FDMA de portadora única,
- la figura 4** muestra una visión general a modo de ejemplo de la arquitectura E-UTRAN global de LTE-A que incluye varios nodos relé (RN),
- la figura 5** muestra los mensajes de señalización de un procedimiento de acceso aleatorio basado en contienda en un sistema 3GPP LTE (versión 8),
- la figura 6** muestra los mensajes de señalización de un procedimiento de acceso aleatorio sin contienda en un sistema 3GPP LTE (versión 8)
- la figura 7** muestra el formato de mensaje, de un mensaje de respuesta de acceso aleatorio, según un procedimiento RACH 3GPP LTE (versión 8),
- la figura 8** muestra los mensajes de señalización de un procedimiento de acceso inicial, es decir, transición de estado RRC_IDLE a estado RRC_CONNECTED, en un sistema 3GPP LTE (versión 8),
- la figura 9** muestra los mensajes de señalización de un procedimiento de acceso inicial, es decir la transición del estado RRC_IDLE al estado RRC_CONNECTED, de acuerdo con un aspecto a modo de ejemplo,
- las figuras 10 y 15** muestran un diagrama de flujo del funcionamiento de un terminal móvil de acuerdo con diferentes aspectos de la divulgación, cuando se lleva a cabo un procedimiento de acceso aleatorio,
- la figura 11** muestra un diagrama de flujo para el funcionamiento de una estación base de acuerdo con un aspecto a modo de ejemplo de la divulgación, cuando se lleva a cabo un procedimiento de acceso aleatorio,
- la figura 12** muestra el agrupamiento de TTI de una transmisión, de acuerdo con un aspecto a modo de ejemplo de la divulgación, y
- las figuras 13 y 14** muestran formatos de mensaje alternativos de un mensaje de respuesta de acceso aleatorio, de acuerdo con aspectos a modo de ejemplo de la divulgación.

Descripción detallada de la divulgación

Los siguientes párrafos describirán diversos aspectos de la divulgación. Solamente con fines de ejemplo, la mayoría de los aspectos se explican en relación con un esquema de acceso radioeléctrico de enlace ascendente de portadora única ortogonal, según los sistemas de comunicaciones móviles 3GPP LTE (versión 8) y LTE-A (versión 10) discutidos en la anterior sección de antecedentes de la técnica. Se debe observar que la divulgación se puede utilizar ventajosamente, por ejemplo, en relación con un sistema de comunicaciones móviles tal como los sistemas de comunicación 3GPP LTE (versión 8) y LTE-A (versión 10) descritos anteriormente, pero la divulgación no se limita a su utilización en esta red de comunicación particular a modo de ejemplo.

Las explicaciones proporcionadas en la sección anterior de antecedentes de la técnica están destinadas a comprender mejor los aspectos específicos a modo de ejemplo, fundamentalmente 3GPP LTE (versión 8) y LTE-A (versión 10) descritas en la presente memoria, y no se deberá entender que limitan la divulgación a las implementaciones descritas

específicas de procesos y funciones en la red de comunicación móvil. Sin embargo, las mejoras al procedimiento de acceso aleatorio propuesto en la presente memoria se pueden aplicar fácilmente a las arquitecturas/los sistemas descritos en la sección de antecedentes de la técnica y, en algunos aspectos de la divulgación pueden asimismo utilizar procedimientos estándar y mejorados de estas arquitecturas/sistemas.

5 La figura 8 muestra los procedimientos que es necesario llevar a cabo por un equipo de usuario (UE) en un sistema 3GPP LTE (versión 8) cuando transita desde el modo IDLE RRC al modo CONNECTED RRC. Este procedimiento incluye un procedimiento de acceso aleatorio, a continuación un procedimiento de establecimiento de conexión RRC y tras este un procedimiento de activación de seguridad inicial y establecimiento de portadora radioeléctrica. La figura 8 indica asimismo a modo de ejemplo los diferentes retardos (801, 802, 803, 804, 806, 808, 810, 812 y 814) en un UE,
10 un eNodoB y una MME para procesar los mensajes respectivos. Inicialmente, se supone que el UE está en modo IDLE RRC.

El procedimiento de acceso aleatorio corresponde al procedimiento descrito con respecto a la figura 5 anteriormente en la presente memoria. En la transmisión planificada, el UE indica que desea establecer una conexión RRC incluyendo una petición de establecimiento de conexión RRC en la transmisión. En respuesta a esta petición de establecimiento de la conexión RRC el eNodoB envía 805 un mensaje de establecimiento de conexión RRC al UE para establecer la conexión de señalización (plano de control) entre el UE y el eNodoB incluyendo la configuración de recurso radioeléctrico inicial que incluye SRB1 (portadora radioeléctrica de señalización 1). Además, se debe observar que el mensaje de establecimiento de conexión RRC actúa como mensaje de resolución de contienda (tal como se muestra en la figura 5, etapa 504).

20 El UE responde enviando 807 un mensaje para informar al eNodoB de la configuración satisfactoria del plano de control, señalizando establecimiento de conexión RRC completo. Además del establecimiento de conexión RRC completo, el mensaje comprende además el mensaje inicial de estrato sin acceso de enlace ascendente, un mensaje de petición de servicio (por ejemplo, para solicitar recursos radioeléctricos del plano de usuario para servicios tales como comunicación VoIP, etc.), que se denomina la petición de servicio NAS. El objetivo del procedimiento de petición de servicio es transferir el modo ECM desde el modo ECM-IDLE al modo ECM-CONNECTED (ECM = gestión de conexión EPS) y establecer la portadora radioeléctrica en la interfaz Uu y las portadoras S1 cuando se debe enviar señalización o datos de usuario de enlace ascendente.

En respuesta a la petición de servicio NAS, el eNodo B inicia el establecimiento de la conexión S1, lo que desencadena la activación de seguridad del estrato de acceso y el establecimiento de la SRB2 (portadora radioeléctrica de señalización 2) y una o varias portadoras radioeléctricas de datos (establecimiento de activación de seguridad inicial y portadora radioeléctrica). El eNodoB inicia el establecimiento de la conexión S1 (eNodoB ↔ red central) enviando 809 una petición de conexión a la MME. El eNodoB envía el mensaje de comando de modo de seguridad para activar la protección de integridad y el cifrado. Este mensaje, que está protegido en integridad pero no cifrado, indica qué algoritmos deberán ser utilizados. El UE verifica la protección de integridad del mensaje de control del modo de seguridad y, si se confirma su integridad, configura capas inferiores para aplicar protección de integridad y cifrado a todos los mensajes subsiguientes (con la excepción de que no se aplica cifrado al mensaje de respuesta, es decir al mensaje de modo de seguridad completo). El eNodoB envía asimismo 813 un mensaje de reconfiguración de la conexión RRC que incluye una configuración de recursos radioeléctricos utilizada para establecer la segunda portadora de señalización (para el tráfico del plano de control) y una o varias portadoras radioeléctricas dedicadas (para el tráfico del plano de usuario). Este mensaje puede incluir asimismo otra información, tal como un mensaje NAS incorporado o una configuración de medición. El UE devuelve 815 el mensaje de reconfiguración de conexión RRC completa para confirmar la configuración de las portadoras.

En la figura 8, algunos mensajes no se pueden atribuir sin ambigüedad a uno de los diferentes procedimientos llevados a cabo. Por ejemplo, la transmisión planificada en la etapa 503 es, como tal, una parte del procedimiento de acceso aleatorio. Sin embargo, el contenido de la misma, es decir, la petición de conexión RRC, forma parte ya del procedimiento de establecimiento de la conexión RRC. Asimismo, el mensaje de establecimiento de la conexión RRC en la etapa 805 está, por una parte, iniciando el procedimiento de establecimiento de la conexión RRC pero, asimismo, está finalizando el procedimiento de acceso aleatorio dado que comprende asimismo la resolución de contienda del procedimiento de acceso aleatorio. Análogamente, el mensaje de reconfiguración de conexión RRC completa está finalizando el procedimiento de establecimiento de la conexión RRC, mientras que la petición de servicio NAS forma ya parte, como tal, del procedimiento de activación de seguridad inicial y establecimiento de portadora radioeléctrica. Por lo tanto, las diferentes cajas de trazos que indican los diferentes procedimientos se solapan parcialmente en algunos mensajes.

Tal como se ha indicado anteriormente, un aspecto de la divulgación es reducir el retardo global de la transición del modo RRC IDLE al modo RRC CONNECTED, tal como se ha explicado a modo de ejemplo para el anterior procedimiento 3GPP LTE (versión 8). Un medio para conseguir esto es enviar una petición de servicio de estrato sin acceso (NAS) junto con la petición de conexión RRC en una primera transmisión planificada de un terminal móvil durante el procedimiento de acceso aleatorio. Esto permite establecer la conexión a nivel RRC entre el terminal móvil y la estación base, y la portadora de acceso radioeléctrico para el servicio solicitado entre la estación base y la red central, en paralelo.

Por ejemplo, en una implementación a modo de ejemplo dentro del sistema basado en 3GPP, tal como por ejemplo 3GPP LTE (versión 8) o LTE-A (versión 10), la señalización de la petición de servicio de estrato sin acceso (NAS) junto con la petición de conexión RRC durante el procedimiento de acceso aleatorio permitiría establecer la interfaz S1 entre el eNodo B y la pasarela de servicio (SGW) de un equipo de usuario, en paralelo con el establecimiento de la conexión RRC sobre la interfaz aérea entre el equipo de usuario y el eNodo B (es decir, la interfaz Uu), lo que a su vez reduce significativamente el retardo.

La figura 9 muestra un procedimiento de señalización para una transición de modo RRC IDLE a modo RRC CONNECTED que incluye un procedimiento de acceso aleatorio según un aspecto de la divulgación a modo de ejemplo, donde el establecimiento de la interfaz S1 se lleva a cabo en paralelo con el establecimiento de la conexión RRC.

De manera similar al procedimiento descrito con respecto a la figura 5 y la figura 9 anteriores, el UE está primero en el modo de reposo e inicia el procedimiento de acceso aleatorio transmitiendo 901 un preámbulo de acceso aleatorio al eNodoB que responde enviando 902 una respuesta de acceso aleatorio (tal como se ha descrito anteriormente). En la transmisión planificada por la respuesta de acceso aleatorio, de acuerdo con este aspecto de la divulgación, el UE transmite simultáneamente 903 la petición de establecimiento de conexión RRC y la petición de servicio NAS al eNodoB, es decir la concatenación de los mensajes de petición de establecimiento de la conexión RRC y de petición de servicio NAS. Por consiguiente, el eNodoB puede empezar a continuación a llevar a cabo en paralelo un procedimiento de establecimiento de la conexión RRC y un procedimiento NAS (activación de seguridad inicial y establecimiento de portadora radioeléctrica), lo que reduce significativamente el retardo de la transición global del modo RRC IDLE al modo RRC CONNECTED del UE. El procedimiento de establecimiento de la conexión RRC y de NAS corresponde a los procedimientos que se han explicado con respecto a la figura 8 anterior, excepto porque el establecimiento de la conexión RRC se lleva a cabo en paralelo a la petición de conexión 906 (y al establecimiento de conexión recibido 907 por el eNodoB en respuesta a la misma) y no se señala petición de servicio NAS junto con establecimiento completo de la conexión RRC, en la etapa 905.

Tal como en la figura 8, algunos mensajes de la figura 9 no se pueden atribuir sin ambigüedad a uno de los diferentes procedimientos llevados a cabo. De nuevo, la transmisión planificada en la etapa 903 es, como tal, una parte del procedimiento de acceso aleatorio. Sin embargo, el contenido de la misma, es decir la petición de conexión RRC, forma ya parte del procedimiento de establecimiento de la conexión RRC mientras que se puede considerar que la petición de servicio NAS pertenece al procedimiento de activación de seguridad inicial y establecimiento de la portadora radioeléctrica. Por lo tanto, las diferentes cajas de trazos que indican los diferentes procedimientos se solapan parcialmente en algunos mensajes.

Un cuello de botella del procedimiento de acceso aleatorio a basado en contienda 3GPP LTE (versión 8) es el tamaño limitado de la primera transmisión de enlace ascendente planificada (véase la etapa 503 en la figura 5 y la figura 8). Dado que el control de potencia no está realmente funcionando en este momento, se puede transmitir solamente un pequeño número de bits dentro de este mensaje sin requerir demasiadas retransmisiones HARQ, lo que, a su vez, retardaría todo el procedimiento de acceso aleatorio (procedimiento RACH). Las investigaciones en el grupo de trabajo 3GPP RAN Working Group #1 han demostrado que el tamaño mínimo de la primera transmisión planificada en el procedimiento de acceso aleatorio basado en contienda en 3GPP LTE versión 8 es de 56 bits, considerando ya la cobertura de celda y la limitación de potencia del UE. Estos 56 bits representan básicamente el "caso más desfavorable", es decir, un equipo de usuario en el borde de la celda que tiene potencia limitada. Además, se debe observar que se han supuesto dos retransmisiones HARQ para soportar un tamaño de mensaje de 56 bits.

Considerando el escenario de acceso inicial, es decir transición de estado RRC IDLE a estado RRC CONNECTED, el tamaño limitado de la primera transmisión planificada en el procedimiento de acceso aleatorio basado en contienda, que puede estar soportado solamente, por ejemplo, por unos UE localizados en el borde de la celda, conlleva ciertas desventajas que se explicarán en mayor detalle a continuación. Existe un cierto requisito de retardo para la transición de RRC IDLE a RRC CONNECTED que es necesario satisfacer por un equipo de usuario. Para la versión 8 este requisito es de 100 ms, es decir, el acceso inicial (es decir, la transición desde el modo de reposo al modo conectado) se debería establecer en 100 ms. Para 3GPP LTE (versión 8) este requisito de retardo se puede satisfacer. Sin embargo, para 3GPP LTE-A (versión 10), la latencia global de la activación del plano de control, es decir transición de modo RRC IDLE a modo RRC CONNECTED, se deberá reducir significativamente en comparación con 3GPP LTE (versión 8). El objetivo deseado para el tiempo de transmisión de modo de reposo a modo conectado, considerado actualmente, es de aproximadamente 50 ms.

Tal como se ha explicado con respecto a la figura 9 anterior, un aspecto de la divulgación consiste en reducir el retardo global de la transición de modo RRC IDLE a RRC CONNECTED llevando a cabo en paralelo el establecimiento de conexión RRC y el establecimiento de la conexión S1, lo que requiere que el equipo de usuario comunique la petición de servicio NAS al eNodoB lo antes posible, preferentemente como parte del procedimiento de acceso aleatorio (ver la etapa 903 de la figura 9). Para poder enviar la petición de servicio NAS junto con la petición de conexión RRC en la transmisión planificada de la etapa 903, es necesario extender el tamaño mínimo de mensaje de esta transmisión. Asignando asimismo 56 bits para la transmisión planificada tal como en 3GPP LTE (versión 8), no es posible transportar asimismo la petición de servicio NAS junto con la petición de conexión RRC. No obstante, asignar simplemente más ancho de banda para la transmisión planificada en el procedimiento de acceso aleatorio no resuelve

este problema, por ejemplo, para unos UE de potencia limitada, debido a la potencia reducida por elemento de recurso (RE) que estaría disponible para el equipo de usuario y a su limitación de potencia.

5 Por lo tanto, otro aspecto de la divulgación consiste en proponer un procedimiento de acceso aleatorio mejorado que permite aumentar el número de bits (tamaño del bloque de transporte) que se pueden enviar con la primera transmisión planificada de un terminal móvil durante el procedimiento de acceso aleatorio, de tal modo que por ejemplo, se puede señalar una petición de servicio NAS junto con la petición de conexión RRC.

10 Generalmente, se puede suponer que los terminales móviles en el límite de la celda padecen a menudo limitaciones de potencia de enlace ascendente. En ocasiones, incluso pequeñas cantidades de datos, tal como paquetes VoIP, tienen que ser segmentados para alcanzar una determinada tasa de errores de bloque (BLER, block error rate) objetivo. Una manera de superar el problema de cobertura de enlace ascendente en tal caso, es segmentar el paquete en la capa RLC (capa 2) y utilizar retransmisiones HARQ.

15 En las redes 3GPP LTE y LTE-A, el planificador en el eNodeB tiene en cuenta las condiciones del canal cuando selecciona un tamaño de bloque de transporte que debería ser utilizado por los equipos de usuario para una transmisión de enlace ascendente. Por lo tanto, habitualmente los equipos de usuario de potencia limitada reciben solamente concesiones para tamaños pequeños de bloque de transporte. Si el tamaño de bloque de transporte seleccionado es incluso demasiado pequeño para llevar, por ejemplo, un único paquete VoIP y las cabeceras RLC/MAC requeridas, es necesario que se concedan varios bloques de transporte. En este caso, se aplica segmentación de capa RLC. Este enfoque puede ser utilizado para planificación dinámica y semi-persistente. Sin embargo, una segmentación de paquetes pequeños tiene varios inconvenientes en términos de sobrecarga. 20 Esencialmente, cada RLC PDU individual requiere una cabecera RLC/MAC que introduce sobrecarga. Además, para cada (re)transmisión HARQ se requiere un mensaje de control L1/L2 para conceder recursos. Un número elevado de retransmisiones requeridas conduce a una carga significativa en el canal de control L1/L2.

25 Para evitar estos problemas para equipos de usuario en situación de potencia limitada, en particular con respecto al tamaño del bloque de transporte de la primera transmisión planificada dentro del procedimiento de acceso aleatorio, otro aspecto de la divulgación propone utilizar un modo de transmisión de enlace ascendente, que se denomina agrupamiento de TTI, para la primera transmisión planificada del procedimiento de acceso aleatorio. En este modo de agrupamiento de TTI se agrupan juntos varios TTI con el fin de mitigar los problemas de cobertura de enlace ascendente.

30 La figura 12 es una ilustración de una transmisión "agrupada" de bloque de transporte (correspondiente a la primera transmisión planificada en el procedimiento de acceso aleatorio, tal como se muestra, por ejemplo, en la etapa 903 de la figura 9; la etapa 1005 de la figura 10; la etapa 1104 de la figura 11) de acuerdo con una realización reivindicada de la divulgación. Se supone que en 4 subtramas consecutivas, respectivamente se agrupan TTI. Se codifica un único bloque de transporte de la capa MAC para la primera transmisión planificada del procedimiento de acceso aleatorio y se transmite repetidamente en cuatro subtramas consecutivas, es decir, denominadas asimismo como un grupo de 35 TTI, con solamente un conjunto de señalización de control para toda la transmisión. En cada TTI del grupo se envía una versión de redundancia (RV) para el bloque de transporte (en el mismo proceso HARQ), sin esperar retroalimentación HARQ. En esta realización reivindicada de la divulgación, se utilizan retransmisiones no adaptativas para la transmisión en las TTI agrupadas. Solamente cuando se recibe la última transmisión de un grupo de TTI, se envía y espera retroalimentación HARQ (ACK/NACK). La retransmisión de un grupo de TTI es asimismo un grupo de 40 transmisiones individuales del bloque de transporte.

Tal como se puede reconocer por la figura 12, el número de procesos HARQ se puede reducir a 4 en el modo de agrupamiento de TTI, en comparación con el funcionamiento "normal" del modo sin agrupamiento, donde se utilizan habitualmente 8 procesos HARQ para transmisiones de enlace ascendente. Además, el tiempo de ida y vuelta (RTT, roundtrip time) HARQ se duplica (16 ms) para el modo de agrupamiento de TTI en comparación con el modo sin 45 agrupamiento (8 ms).

El modo de agrupamiento de TTI permite aumentar el tamaño del bloque de transporte que puede ser enviado incluso mediante equipos de usuario en el borde de la celda, en comparación con el modo de transmisión sin agrupamiento. La principal razón para esto es la ganancia de combinación adicional conseguida combinando las transmisiones del grupo de TTI antes de la descodificación en el nodo receptor, de tal modo que puede ser utilizado un esquema de 50 modulación y codificación más agresivo, que conducirá de manera efectiva a un tamaño aumentado de bloque de transporte (dado un número constante de elementos de recursos asignados). Por lo tanto, utilizando agrupamiento de TTI para la primera transmisión planificada de los equipos de usuario dentro del procedimiento de acceso aleatorio, se puede aumentar significativamente el tamaño del bloque de transporte también para equipos de usuario en el borde de la celda, de tal modo que la primera transmisión planificada puede transportar la petición de conexión RRC y la petición de servicio NAS, lo que a su vez facilita la ejecución en paralelo del procedimiento de establecimiento de 55 conexión RRC y el establecimiento de conexión S1, tal como se ha esbozado previamente en la presente memoria.

Otra consideración de diseño para el procedimiento de acceso aleatorio según otro aspecto de la divulgación es la gestión de los equipos de usuario que implementan versiones anteriores, tal como por ejemplo 3GPP LTE (versión 8), para este procedimiento. Por ejemplo, cuando se utiliza la divulgación en un sistema 3GPP LTE-A (versión 10), puede

ser deseable que este procedimiento sea compatible con procedimientos 3GPP LTE (versión 8), cuando los equipos de usuario no soporten los procedimientos de acceso aleatorio mejorados discutidos en la presente memoria.

Por supuesto, y de acuerdo con un aspecto de la divulgación, si no se desea retrocompatibilidad, el sistema de comunicación se podría implementar para utilizar agrupamiento de TTI para las primeras transmisiones planificadas del procedimiento de acceso aleatorio por defecto, de tal modo que la respectiva señalización del modo de transmisión sería obsoleta en este ejemplo.

Sin embargo, si se desea retrocompatibilidad, puede ser ventajoso que el eNodo B decida sobre el modo de transmisión para la primera transmisión planificada. Esto podría permitir asimismo que el eNodo B evite transmisiones agrupadas para la primera transmisión planificada. Por ejemplo, el eNodo B (su planificador) podría asignar un tamaño de bloque de transporte para los equipos de usuario en el centro de la celda, que sea lo suficientemente grande para enviar simultáneamente una petición de conexión RRC y una petición de servicio NAS, utilizando al mismo tiempo agrupamiento de TTI para equipos de usuario en el límite de la celda ejecutando acceso inicial. Por consiguiente, otro aspecto de la divulgación propone un nuevo formato para el mensaje de respuesta de acceso aleatorio que es enviado por la estación base (por ejemplo, un eNodoB en un sistema basado en 3GPP) al terminal móvil (por ejemplo, el equipo de usuario (UE) en un sistema basado en 3GPP) en respuesta a recibir del mismo un preámbulo de acceso aleatorio. De acuerdo con este aspecto, el mensaje de respuesta de acceso aleatorio comprende un campo de concesión de recursos para conceder recursos a un terminal móvil para una transmisión de enlace ascendente planificada, y un indicador del modo de transmisión que indica el modo de transmisión para la transmisión de enlace ascendente planificada. Tal como se ha explicado anteriormente, este indicador del modo de transmisión puede indicar la utilización del modo de agrupamiento de TTI o de un modo de transmisión retrocompatible, es decir, un modo sin agrupamiento.

La figura 7 muestra el formato de la respuesta de acceso aleatorio MAC de 3GPP LTE (versión 8). El mensaje se inicia con un bit que no se utiliza, es decir se indica como R (reservado). Este bit no utilizado está seguido por el comando de avance temporal (11 bits). A continuación, está la concesión (concesión UL) de recursos de enlace ascendente para la primera transmisión planificada mediante el equipo de usuario (20 bits), que está seguida por el C-RNTI temporal asignado al equipo de usuario (16 bits).

En un aspecto de ejemplo de la divulgación, se propone que el primer bit reservado (R) de la respuesta de acceso aleatorio de 3GPP LTE (versión 8) sea utilizado por el equipo de usuario para señalar el modo de transmisión (TM) para la primera transmisión planificada. Esto se ejemplifica en la figura 13. La figura 13 muestra el formato del mensaje de respuesta de acceso aleatorio, según un aspecto de la divulgación a modo de ejemplo. Este formato de mensaje de la figura 13 corresponde esencialmente al de la figura 7, excepto por la utilización del primer bit (TM) en el mensaje para señalar el modo de transmisión. El formato del mensaje de la figura 13 se puede utilizar fácilmente en 3GPP LTE (versión 10) y garantiza retrocompatibilidad con equipos de usuario compatibles con 3GPP LTE (versión 8), que ignoran el primer bit del mensaje de respuesta de acceso aleatorio.

En otro aspecto de la divulgación, se propone otra definición retrocompatible del formato de mensaje del mensaje de respuesta de acceso aleatorio. Tal como se indica en la figura 7, la respuesta de acceso aleatorio de 3GPP LTE (versión 8) comprende un campo de concesión de recursos (concesión UL) que incluye un bit de petición de CQI (CQI). De manera similar al bit reservado (R), un equipo de usuario compatible con 3GPP LTE (versión 8) que lleva a cabo un procedimiento de acceso aleatorio basado en contienda ignora este bit cuando procesa el mensaje de respuesta de acceso aleatorio. De este modo, para el acceso aleatorio basado en contienda, este bit de petición de CQI podría ser reutilizado para la indicación del modo de transmisión de la primera transmisión planificada. La figura 14 muestra a modo de ejemplo el formato de mensaje de otro mensaje de respuesta de acceso aleatorio, según un aspecto de la divulgación a modo de ejemplo, para su utilización en un procedimiento de acceso aleatorio basado en contienda. El formato se corresponde con el de la figura 7 excepto por la reutilización del bit de petición de CQI (CQI) para el indicador del modo de transmisión (TM). Asimismo, el formato de mensaje de la figura 14 se puede utilizar fácilmente en 3GPP LTE (versión 10).

En otro ejemplo, se propone utilizar el formato de respuesta de acceso aleatorio de la figura 7 para equipos de usuario compatibles con 3GPP LTE (versión 10) que llevan a cabo acceso aleatorio no basado en contienda y para acceso aleatorio de equipos de usuario compatibles con 3GPP LTE (versión 8), mientras que se utiliza el formato de respuesta de acceso aleatorio de la figura 14 para equipos de usuario compatibles con 3GPP LTE (versión 10) que llevan a cabo acceso aleatorio basado en contienda. Con otras palabras, se podría decir asimismo que el formato de los mensajes de la figura 14 y la figura 7 es el mismo, pero la interpretación/el significado del indicador (en este caso, el último bit en el campo de concesión de UL) depende de si el equipo de usuario lleva a cabo acceso aleatorio basado en contienda o acceso aleatorio no basado en contienda, y de la versión que está implementando el equipo de usuario.

A continuación, se describirá en mayor detalle en la presente memoria el funcionamiento de un terminal móvil y de una estación base utilizando un procedimiento de acceso aleatorio mejorado, con respecto a la figura 10 y la figura 11.

La figura 10 muestra un diagrama del flujo de funcionamiento a modo de ejemplo de un terminal móvil en un procedimiento de acceso aleatorio basado en contienda, de acuerdo con un aspecto de la divulgación. El terminal

móvil selecciona en primer lugar 1001 uno entre una serie de preámbulos de acceso aleatorio para el procedimiento de acceso aleatorio basado en contienda. Puede haber, por ejemplo, una serie de preámbulos predefinidos en el sistema o configurados por el de eNodoB por medio de difusión de celdas. A continuación, el terminal móvil envía 1002 el preámbulo de acceso aleatorio seleccionado al eNodoB para desencadenar un mensaje de respuesta de acceso aleatorio desde el eNodoB que es recibido 1003 por el terminal móvil. El mensaje de respuesta de acceso aleatorio contiene, entre otras cosas, una concesión de recursos para la primera transmisión de enlace ascendente planificada del terminal móvil, así como un indicador del modo de transmisión. En un aspecto, el mensaje de respuesta de acceso aleatorio tiene un formato tal como se muestra en la figura 13 o la figura 14. En el aspecto a modo de ejemplo, el indicador del modo de transmisión es un indicador (un bit) que indica, cuando está activado (por ejemplo, indicador = 1), que el terminal móvil debería enviar la transmisión de enlace ascendente planificada utilizando agrupamiento de TTI, tal como se ha descrito anteriormente con respecto a la figura 12 en la presente memoria. Si el indicador del modo de transmisión no está activado (por ejemplo, indicador = 0), se ordena al terminal móvil enviar la primera transmisión planificada sin agrupamiento de TTI, es decir, una transmisión en un único TTI.

El terminal móvil determina 1004 si el indicador del modo de transmisión en la respuesta de acceso aleatorio está o no activado, y actúa en consecuencia. Si el indicador del modo de transmisión está activado, el terminal móvil transmite 1005 la primera transmisión planificada, planificada por la concesión dentro de la respuesta de acceso aleatorio utilizando agrupamiento de TTI. Por consiguiente, el terminal móvil construye un bloque de transporte y lo codifica para obtener una o varias versiones de redundancia del bloque de transporte. A continuación, el terminal móvil transmite una versión de redundancia del bloque de transporte en un respectivo intervalo de tiempo de transmisión del grupo de TTI.

Opcionalmente, se puede utilizar HARQ para la transmisión de la primera transmisión planificada. De este modo, todas las transmisiones en el grupo de TTI se envían en el mismo proceso HARQ. Además, el terminal móvil recibe retroalimentación HARQ después de haber transmitido la primera transmisión agrupada, que indica si el eNodoB podría (ACK) o no (NACK) descodificar satisfactoriamente el bloque de transporte transportado dentro del grupo de transmisión.

Si el indicador del modo de transmisión no está activado, el terminal móvil transmite 1006 la primera transmisión, planificada por la concesión dentro del acceso aleatorio sin agrupamiento de TTI. Por consiguiente, el terminal móvil construye un bloque de transporte y lo codifica para obtener una o varias versiones de redundancia del bloque de transporte. Posteriormente, el terminal móvil transmite una versión de redundancia (ventajosamente, auto-descodificable) del bloque de transporte dentro del intervalo de tiempo de transmisión asignado por la concesión dentro del mensaje de respuesta de acceso aleatorio.

A continuación, se discute el funcionamiento de la estación base con respecto a la figura 11, que muestra un diagrama de flujo del funcionamiento a modo de ejemplo de una estación base en un procedimiento de acceso aleatorio basado en contienda, según un aspecto de la divulgación. En un procedimiento de acceso aleatorio basado en contienda, la estación base recibe en primer lugar 1101 un preámbulo de acceso aleatorio desde un terminal móvil. En respuesta a este preámbulo, el eNodoB determina si se puede soportar agrupamiento de TTI para la primera transmisión planificada 1102. Esta decisión puede depender de uno o varios criterios críticos, tales como la capacidad del terminal móvil para soportar agrupamiento de TTI en el procedimiento de acceso aleatorio, la carga de proceso de la estación base, la disponibilidad de recursos, una petición del terminal móvil para agrupamiento de TTI, etc.

Si se puede soportar agrupamiento de TTI, el planificador de la estación base planifica la primera transmisión planificada del terminal móvil y determina 1103 la concesión correspondiente, que indica los recursos de canal físico (por ejemplo, número de elementos de recurso) de la transmisión y además parámetros de señalización de control L1/L2 (por ejemplo, esquema de modulación y codificación, indicador de nuevos datos, etc.).

A continuación, la estación base forma la respuesta de acceso aleatorio y la transmite 1104 al terminal móvil. En una implementación a modo de ejemplo, en la que se utiliza el formato de respuesta de acceso aleatorio mostrado en la figura 14, la estación base activa asimismo el indicador del modo de transmisión (TM) dentro de la concesión (véase el campo de concesión de UL) para indicar la utilización del modo de agrupamiento de TTI. Alternativamente, en otra implementación a modo de ejemplo, se utiliza el formato de mensaje que se muestra en la figura 13 y se activa el indicador del modo de transmisión (TM) en el primer bit del mensaje para indicar la utilización del modo de agrupamiento de TTI para la transmisión planificada. Posteriormente, la estación base recibe 1105 la primera transmisión planificada desde el terminal móvil sobre los recursos asignados por la concesión y utilizando agrupamiento de TTI. La estación base recibe todas las transmisiones del grupo (es decir, las versiones de redundancia de los bloques de transporte) y las somete a combinación suave antes del intento de descodificación mediante el descodificador de la estación base.

Las etapas de la estación base en el caso de no utilización de agrupamiento de TTI son similares excepto porque el indicador del modo de transmisión no se activa. También en este caso, el planificador de la estación base planifica la transmisión del terminal móvil y genera 1106 una correspondiente concesión para transmisión 1107 al terminal móvil en el mensaje de respuesta de acceso aleatorio. Posteriormente, la estación base recibe 1108 la primera transmisión planificada desde el terminal móvil en los recursos asignados por la concesión, en los que no se utiliza agrupamiento de TTI. La estación base recibe la transmisión e intenta descodificarla en el descodificador de la estación base.

- Se debe observar además que, en los ejemplos discutidos con respecto a la figura 10 y la figura 11 anteriores, los recursos asignados para el terminal móvil de acuerdo con la concesión comprendida en el mensaje de respuesta de acceso aleatorio proporcionan un tamaño de bloque de transporte para la primera transmisión planificada suficiente para transmitir simultáneamente una petición de establecimiento de conexión RRC y una petición de servicio NAS. Tal como se ha explicado anteriormente, en caso de utilizar agrupamiento de TTI, el planificador de la estación base puede utilizar, por ejemplo, un esquema de modulación y codificación más agresivo (es decir, un esquema de modulación de orden superior y/o una velocidad de código mayor) debido a la ganancia por combinación suave obtenida mediante el agrupamiento de TTI, en comparación con una transmisión sin agrupamiento que esté asignada al mismo número de elementos de recurso en el canal físico.
- En otro aspecto a modo de ejemplo, el indicador del modo de transmisión que está señalizado dentro del mensaje de respuesta de acceso aleatorio indica si el equipo de usuario debería utilizar uno de los modos de transmisión definidos, para la transmisión de la primera transmisión de enlace ascendente planificada del procedimiento de acceso aleatorio. Tal como se ha explicado anteriormente, el indicador del modo de transmisión podría, por ejemplo, ordenar al equipo de usuario utilizar agrupamiento de TTI para la primera transmisión de enlace ascendente planificada. Alternativamente, podría haber otros modos de transmisión definidos. En un modo de transmisión a modo de ejemplo, el equipo de usuario tiene la libertad de seleccionar por sí mismo el formato de transporte para el primer mensaje de enlace ascendente. El equipo de usuario podría escoger el formato de transporte de manera que el tamaño de bloque de transporte para la primera transmisión planificada sea suficiente para transmitir simultáneamente una petición de establecimiento de conexión RRC y una petición de servicio NAS. Por lo tanto, en este aspecto a modo de ejemplo, la estación base indica al equipo de usuario dentro del mensaje de respuesta de acceso aleatorio, por ejemplo tal como se ha mencionado en uno de los aspectos anteriores, por medio del bit de petición de CQI o del bit reservado, si el equipo de usuario deberá llevar a cabo transmisión de enlace ascendente de acuerdo con la concesión de UL señalizada en el mensaje de respuesta de acceso aleatorio o si el equipo de usuario tiene libertad para seleccionar por sí mismo el formato de transporte.
- A continuación, se discutirá con respecto a la figura 15 otro aspecto de la divulgación a modo de ejemplo relacionada con una implementación más detallada de un procedimiento de acceso aleatorio basado en contienda, según otro aspecto de la divulgación que soporta agrupamiento de TTI. Esencialmente, el procedimiento de la figura 15 se puede considerar un funcionamiento más avanzado y detallado del terminal móvil que se muestra en la figura 10.
- En una primera etapa, hay un desencadenante 1501 para transitar del modo RRC IDLE al modo RRC CONNECTED dentro del terminal móvil. Dicho desencadenante podría ser, por ejemplo, una petición de radiobúsqueda, tal como por ejemplo un usuario que inicia una llamada telefónica o una aplicación. Por consiguiente, este desencadenante provocará que el terminal móvil lleve a cabo un procedimiento de acceso aleatorio basado en contienda (suponiendo que el terminal móvil está en modo RRC IDLE).
- El terminal móvil determina 1503 si se requiere agrupamiento de TTI para la transmisión planificada con el fin de transmitir un mensaje combinado NAS/RRC (es decir, la petición de establecimiento de conexión RRC y la petición de servicio NAS) dentro de un bloque de transporte.
- Por ejemplo, un terminal móvil situado en el centro de la celda, es decir, que experimenta buenas condiciones de canal, puede estar en disposición de transmitir el mensaje combinado NAS/RRC sin utilizar agrupamiento de TTI. Básicamente, el modo de transmisión de agrupamiento de TTI está dirigido a terminales móviles en los bordes de la celda, que tienen potencia limitada. Esencialmente, el terminal móvil podría, por ejemplo, estimar 1502 la calidad del canal de enlace ascendente, por ejemplo, en base a la pérdida de trayecto de enlace descendente (RSRP), y determinar el modo de transmisión requerido (con/sin agrupamiento de TTI) para la transmisión planificada, en base a esta medición.
- La decisión del modo de transmisión se realiza, por ejemplo, en base a un umbral que podría ser, por ejemplo, señalizado por el eNodoB, por ejemplo difundido en la información del sistema. Alternativamente, se podría dejar completamente al criterio de la implementación del terminal móvil decidir el modo de transmisión para la primera transmisión planificada del procedimiento de acceso aleatorio. Este umbral podría ser un umbral basado en pérdida de trayecto. Alternativamente, la decisión del modo de transmisión podría estar basada asimismo en la potencia de transmisión disponible, que en ocasiones se denomina asimismo margen de potencia.
- En la etapa siguiente, el terminal móvil tiene que indicar al eNodoB el modo de transmisión "deseado" para la primera transmisión planificada, como resultado de la decisión mencionada anteriormente, que indica asimismo la capacidad del terminal móvil de soportar agrupamiento de TTI para la primera transmisión planificada durante acceso aleatorio.
- Por ejemplo, en un sistema basado en 3GPP que soporte terminales móviles compatibles con 3GPP LTE (versión 8) y terminales móviles compatibles con 3GPP LTE (versión 10), se puede suponer que el terminal móvil compatible con 3GPP LTE (versión 8) no puede utilizar agrupamiento de TTI para la primera transmisión de enlace ascendente planificada dentro del procedimiento de acceso aleatorio basado en contienda. Por lo tanto, esta indicación de la capacidad es intrínsecamente una indicación de versión, es decir, versión 8 o versión 10. En un aspecto de la divulgación, se utiliza una indicación combinada del modo de transmisión requerido y de la capacidad del terminal móvil.

Esta indicación combinada se puede realizar por medio de selección de preámbulo RACH. Por ejemplo, un conjunto de preámbulos RACH, por ejemplo el grupo A de preámbulos, indica que el móvil es un UE compatible con 3GPP LTE-A (versión 10) y solicita la utilización de agrupamiento de TTI para la transmisión planificada. Se podría definir un segundo grupo de preámbulos RACH, por ejemplo el grupo B, del que se elige un preámbulo por los UE compatibles con 3GPP LTE (versión 8) o UE compatibles con 3GPP LTE-A (versión 10) que no requieren agrupamiento de TTI durante el acceso aleatorio. Alternativamente, los preámbulos de acceso aleatorio disponibles (preámbulos RACH) se podrían agrupar asimismo en 3 grupos diferentes A, B y C. En este caso, un preámbulo del grupo A indica un UE compatible con 3GPP LTE-A (versión 10) y solicita la utilización de agrupamiento de TTI para la transmisión planificada; un preámbulo del grupo B indica un UE compatible con 3GPP LTE-A (versión 10) e indica que no se requiere agrupamiento de TTI para la transmisión planificada; y un preámbulo del grupo C indica un UE compatible con 3GPP LTE (versión 8) que no soporta agrupamiento de TTI. Por supuesto, el agrupamiento y la configuración exacta dependen de la implementación, y los ejemplos anteriores están destinados a proporcionar una idea sobre cómo se podría implementar el agrupamiento de preámbulos.

El terminal móvil selecciona 1504 un preámbulo desde uno de los grupos definidos, en función de si se requiere o no agrupamiento de TTI, soportado respectivamente por el terminal móvil durante el acceso aleatorio. El terminal móvil transmite 1505 el preámbulo de acceso aleatorio seleccionado al eNodoB. En base al preámbulo detectado, el eNodoB sabe si un terminal móvil puede utilizar agrupamiento de TTI y si se requiere agrupamiento de TTI para transmitir el mensaje combinado NAS/RRC. El eNodoB considera esta información para la subsiguiente planificación de la primera transmisión planificada mediante el terminal móvil. Si se solicita modo de agrupamiento de TTI para la transmisión planificada (y puede ser soportado por el eNodoB), el indicador del modo de transmisión en el mensaje de respuesta de acceso aleatorio es activado por el eNodoB.

El terminal móvil recibe 1506 la respuesta de acceso aleatorio desde el eNodoB. Un terminal móvil compatible con 3GPP LTE (versión 8) ignorará el indicador del modo de transmisión, mientras que un terminal móvil compatible con 3GPP LTE-A (versión 10) verificará el indicador del modo de transmisión dentro de la respuesta de acceso aleatorio para determinar 1507 si se debe utilizar agrupamiento de TTI para la transmisión planificada.

Si se debe utilizar agrupamiento de TTI, el terminal móvil transmite 1507 la transmisión planificada utilizando agrupamiento de TTI. Si no se debe utilizar agrupamiento de TTI, el terminal móvil transmite 1508 la transmisión planificada sin utilizar agrupamiento de TTI. En ambos casos, la transmisión planificada comprende, por ejemplo, un mensaje NAS/RRC combinado.

Los terminales móviles que no soportan agrupamiento de TTI durante el acceso aleatorio pueden simplemente ignorar el indicador del modo de transmisión en el mensaje de respuesta de acceso aleatorio y pueden funcionar de una manera convencional. Por ejemplo, se puede utilizar un procedimiento de acceso aleatorio de 3GPP LTE (versión 8).

En otro aspecto de la divulgación, los preámbulos definidos en una celda radioeléctrica y su agrupamiento se indican mediante difusión del sistema por la estación base. En una implementación del sistema 3GPP, la información de difusión de sistema del eNodoB puede comprender uno o varios bloques de información del sistema que indican los preámbulos para el acceso inicial basado en contienda en la celda radioeléctrica controlada por el eNodoB y además el agrupamiento de estos preámbulos. Además, se debe observar asimismo que, opcionalmente, la configuración de los recursos del canal físico de acceso aleatorio (PRACH) en el que deben ser señalizados los preámbulos por los equipos de usuario se puede difundir asimismo dentro de la información de difusión del sistema. Por ejemplo, la información de difusión del sistema podría indicar un conjunto de preámbulos por cada grupo definido, así como los recursos PRACH. La información de difusión del sistema de una celda radioeléctrica es recibida por los terminales móviles, de tal modo que los terminales móviles pueden ser informados de los preámbulos y grupos de preámbulos definidos en la celda radioeléctrica y de los recursos PRACH para transmitir un preámbulo seleccionado con el fin de iniciar el procedimiento de acceso aleatorio basado en contienda.

En otra implementación a modo de ejemplo, para conseguir retrocompatibilidad, los preámbulos (el grupo de preámbulos) para solicitar modo de agrupamiento de TTI para la primera transmisión planificada del procedimiento de acceso aleatorio podrían estar definidos, por ejemplo, mediante una denominada extensión no crítica para la codificación de información del sistema de 3GPP LTE (versión 8) dentro de la especificación del sistema de 3GPP LTE-A (versión 10), es decir, dichas extensiones son solamente "visibles" para equipos de usuario compatibles con 3GPP LTE-A (versión 10) y serán ignoradas por equipos de usuario compatibles con 3GPP LTE (versión 8).

En los aspectos a modo de ejemplo de la divulgación examinadas hasta aquí, el modo de transmisión de enlace ascendente (por ejemplo, con/sin agrupamiento de TTI) se configura mediante señalización de control MAC por medio del canal físico compartido de enlace descendente (PDSCH). Esto significa que el modo de transmisión se puede señalar, por ejemplo, por medio de una respuesta de acceso aleatorio en el PDSCH dentro de un sistema 3GPP. En un aspecto de la divulgación, el modo de transmisión configurado mediante respuesta de acceso aleatorio es válido solamente para la primera transmisión planificada. Si se debe utilizar agrupamiento de TTI para otra transmisión de enlace ascendente (por ejemplo, en el canal compartido de enlace ascendente (UL-SCH) en un sistema 3GPP) en modo RRC CONNECTED, el modo de transmisión se puede configurar mediante señalización RRC.

En un aspecto alternativo de la divulgación, el terminal móvil utiliza el modo de transmisión señalado en el mensaje

de respuesta de acceso aleatorio para todas las subsiguientes transmisiones de enlace ascendente hasta que se señala una nueva configuración mediante señalización RRC. Según LTE versión 8, el agrupamiento de TTI se activa/desactiva mediante señalización RRC. Sin embargo, según la divulgación, el agrupamiento de TTI se activa mediante señalización MAC. Por consiguiente, se puede definir una norma que regule que si el agrupamiento de TTI se configuró mediante el mensaje RAR (señalización MAC), el UE utiliza esta configuración también para subsiguientes transmisiones UL-SCH, es decir después de un procedimiento RACH satisfactorio, en lugar de utilizar la configuración "por defecto" sin agrupamiento seleccionada si la señalización RRC no especifica explícitamente un modo de transmisión.

En mayor detalle, considerando el procedimiento de la figura 9, el terminal móvil puede utilizar agrupamiento de TTI para la transmisión en las etapas 903 y 905, dado que el mensaje de respuesta de acceso aleatorio 902 indicaba que el modo de transmisión era agrupamiento de TTI. El terminal móvil utilizará por lo tanto agrupamiento de TTI para todas las transmisiones de enlace ascendente, de acuerdo con el mensaje de respuesta de acceso aleatorio de la señalización MAC. Sin embargo, en LTE versión 8, podría ser utilizada la reconfiguración de la conexión RRC en la etapa 908, por ejemplo, para configurar el modo de transmisión, por ejemplo, puede haber un correspondiente elemento de información (IE) en este mensaje para ello. Con el fin de mantener el modo de transmisión indicado por el mensaje de respuesta de acceso aleatorio, es posible adaptar el comportamiento del protocolo RRC. Una posibilidad es redefinir el "modo por defecto", que se selecciona si no está seleccionado ningún modo de transmisión particular con el mensaje de reconfiguración de conexión RRC, como sigue: si no se ha indicado previamente modo de transmisión, por ejemplo, mediante el mensaje de respuesta de acceso aleatorio, debería ser utilizado un modo sin agrupamiento para transmisión de enlace ascendente. Sin embargo, si se ha indicado anteriormente un modo de transmisión, se debería mantener dicho modo de transmisión. Alternativamente, cuando el mensaje de respuesta de acceso aleatorio indica un modo de transmisión particular, el "modo por defecto", que se debe seleccionar durante la reconfiguración RRC, deberá ser sustituido por dicho modo de transmisión indicado. Por lo tanto, cuando posteriormente el mensaje de reconfiguración de conexión RRC no indique nada y por lo tanto se seleccione el "modo por defecto", se mantiene el modo de transmisión indicado anteriormente.

En lugar de utilizar un indicador o un bit dentro de la respuesta de acceso aleatorio como indicador del modo de transmisión, en otro aspecto alternativo de la divulgación, la indicación del modo de transmisión se realiza en base al RNTI utilizado en el PDCCH para dirigir el mensaje de respuesta de acceso aleatorio. De acuerdo con este aspecto, se define un nuevo segundo RA-RNTI que, cuando se utiliza para dirigir la respuesta de acceso aleatorio mediante el eNodeB, indica la utilización del modo de agrupamiento de TTI. Esto permitiría al eNodeB planificar terminales móviles que soportan agrupamiento de TTI durante acceso aleatorio de manera diferente a terminales móviles que no soportan agrupamiento de TTI durante acceso aleatorio, dado que se puede suponer que solamente los terminales móviles que soportan agrupamiento de TTI durante acceso aleatorio están escuchando/monitorizando este nuevo RNTI. El segundo RA-RNTI podría además ordenar implícitamente al terminal móvil utilizar agrupamiento de TTI para la transmisión planificada del procedimiento de acceso aleatorio.

Por ejemplo, considerando el soporte paralelo de terminales móviles compatibles con 3GPP LTE (versión 8) y terminales móviles compatibles con 3GPP LTE-A (versión 10), en caso de que un terminal móvil compatible con 3GPP LTE-A (versión 10) reciba la respuesta de acceso aleatorio cuyo campo CRC está enmascarado con un RA-RNTI tal como se define para 3GPP LTE (versión 8), el terminal móvil podría interpretar esto como una petición para utilizar el modo "sin agrupamiento" para la transmisión planificada, mientras que tras la recepción de un PDCCH dirigido utilizando el segundo RA-RNTI, un terminal móvil compatible con 3GPP LTE-A (versión 10) utiliza agrupamiento de TTI para la transmisión planificada del procedimiento de acceso aleatorio.

En otra implementación adicional más avanzada, el RA-RNTI se determina en base al recurso PRACH utilizado para la transmisión del preámbulo de acceso aleatorio, habitualmente, el recurso PRACH se transforma en un RA-RNTI en función de alguna ecuación predefinida. Por consiguiente, en otra implementación a modo de ejemplo, se puede suponer que el equipo de usuario y el eNodeB utilizan dos ecuaciones para determinar el RA-RNTI a partir del recurso PRACH utilizado para la transmisión del preámbulo de acceso aleatorio. Estas ecuaciones están disponibles para el equipo de usuario y para el eNodeB. Las ecuaciones producen diferentes RA-RNTIs, donde una ecuación produce el primer RA-RNTI que indica el modo de transmisión sin agrupamiento, mientras que la segunda ecuación produce el "segundo" RA-RNTI mencionado anteriormente que indica la utilización del modo de agrupamiento de TTI.

En una implementación típica, un grupo de TTI se establece en 4 subtramas. Tal como se ha indicado anteriormente, en una implementación a modo de ejemplo, el mismo tamaño del grupo de TTI se utiliza asimismo para las primeras transmisiones de transmisión planificada, si está activado agrupamiento de TTI. En un aspecto alternativo de la divulgación, el eNodeB indica explícitamente el tamaño del agrupamiento para el modo de transmisión con agrupamiento de TTI. Por ejemplo, se podría introducir un campo adicional (por ejemplo, de 2 bits de tamaño) en la respuesta de acceso aleatorio para indicar el tamaño de agrupamiento de 1 a 4 subtramas. Esto proporcionaría al eNodeB flexibilidad adicional en la planificación de la primera transmisión planificada. Por ejemplo, en función del despliegue de celdas, un tamaño de agrupamiento de 2 subtramas puede ser suficiente para la primera transmisión planificada del procedimiento de acceso aleatorio. En otra variante alternativa, un campo del mensaje que transporte los bits de control de potencia de transmisión (TPC, Transmission Power Control), que forma parte de la concesión UL, tal como se muestra en la figura 7, en el mensaje de respuesta aleatoria podría ser reutilizado para indicar el tamaño del grupo de TTI. En tal caso, el significado/interpretación del campo que transporta convencionalmente los

bits TPC en el formato de la figura 7, podría depender de si se utiliza o no agrupamiento de TTI (por ejemplo, tal como se indica en el campo de bit reservado mostrado en la figura 13, o en el campo de bit de CQI mostrado en la figura 14). Por ejemplo, cuando la CQI o el bit reservado indican agrupamiento de TTI, los bits TCP indicarían el tamaño del grupo de TTI. Podían ser utilizados asimismo otros campos del formato de mensaje de la figura 7 para la indicación del tamaño del grupo.

En la sección de antecedentes de la técnica, se ha indicado que hay esencialmente cinco escenarios diferentes en un sistema 3GPP que son relevantes para el acceso aleatorio. Para el acceso aleatorio basado en contienda, el eNodoB no puede distinguir entre los diferentes escenarios, es decir, el eNodoB no sabe por qué el equipo de usuario está realizando acceso RACH basado en contienda. Por lo tanto, en otro aspecto de la divulgación, el eNodoB puede ordenar al equipo de usuario utilizar agrupamiento de TTI para el primer mensaje planificado, también para otros casos aparte del acceso inicial. Si se desea garantizar que la utilización del agrupamiento de TTI está limitada al escenario de acceso inicial (es decir, cuando los equipos de usuario están en modo RRC IDLE), el equipo de usuario podría, por ejemplo, indicar el "objetivo" del acceso RACH al eNodoB. Esto se podría realizar, por ejemplo, reservando preámbulos RACH específicos para su utilización en un escenario de acceso inicial. Siguiendo el concepto ya descrito de grupos de preámbulos RACH, según otro aspecto de la divulgación, un cierto conjunto de preámbulos podría indicar que un equipo de usuario puede utilizar agrupamiento de TTI (indicación de versión) y que el modo de transmisión requerido es "agrupamiento de TTI" así como que el objetivo del PRACH es acceso inicial.

Se debe observar además que las mejoras propuestas al procedimiento de acceso aleatorio se pueden aplicar fácilmente al procedimiento de acceso aleatorio de 3GPP LTE (versión 8) tal como se conoce a partir de 3GPP TS 36.321, mencionado anteriormente en la presente memoria. Dicha extensión del acceso aleatorio 3GPP LTE (versión 8) de acuerdo con los diversos aspectos y aspectos de la divulgación descrita anteriormente, se puede aplicar fácilmente a un procedimiento de acceso aleatorio 3GPP LTE-A (versión 10).

Aunque en todo el documento se han mencionado solamente procedimientos de acceso aleatorio en una celda bajo el control de una estación base, los aspectos de la divulgación se aplican del mismo modo a nodos relé.

Otra aspecto de la divulgación se refiere a la implementación de los diversos aspectos descritos anteriormente utilizando hardware y software. Se reconoce que los diversos aspectos de la divulgación se pueden implementar o llevar a cabo utilizando dispositivos informáticos (procesadores).

Un dispositivo informático o procesador puede ser, por ejemplo, procesadores de propósito general, procesadores de señal digital (DSP, digital signal processors), circuitos integrados de aplicación específica (ASIC, application specific integrated circuits), matrices de puertas programables in situ (FPGA, field programmable gate arrays) u otros dispositivos lógicos programables, etc. Los diversos aspectos de la divulgación se pueden asimismo llevar a cabo o realizar mediante una combinación de estos dispositivos.

Además, los diversos aspectos de la divulgación se pueden implementar asimismo por medio de módulos de software, que son ejecutados por un procesador o directamente en hardware. Asimismo, es posible la combinación de módulos de software e implementación de hardware. Los módulos de software se pueden almacenar en cualquier clase de medio de almacenamiento legible por ordenador, por ejemplo RAM, EPROM, EEPROM, memoria flash, registros, discos duros, CD-ROM, DVD, etc.

REIVINDICACIONES

1. Un equipo de usuario para realizar un procedimiento de acceso aleatorio en un sistema de comunicación, comprendiendo el equipo de usuario:

un transmisor (901, 1002) que, en funcionamiento, transmite un preámbulo de acceso aleatorio a una estación base,

5 un receptor (902, 1003) que, en funcionamiento, recibe un mensaje de respuesta de acceso aleatorio desde la estación base en respuesta a la transmisión del preámbulo de acceso aleatorio,

caracterizado porque

10 el mensaje de respuesta de acceso aleatorio comprende una concesión de recursos al equipo de usuario para una transmisión de enlace ascendente planificada, y un campo que indica un número de repeticiones transmitidas desde el equipo de usuario sobre los recursos concedidos para la transmisión de enlace ascendente planificada en subtramas consecutivas sin esperar a una realimentación de petición de repetición automática híbrida, HARQ, desde la estación base.

15 2. El equipo de usuario de acuerdo con la reivindicación 1, comprendiendo además el procedimiento de acceso aleatorio la etapa de transmitir (901, 1002) por el equipo de usuario dicho preámbulo de acceso aleatorio a la estación base,

en el que el preámbulo de acceso aleatorio indica a la estación base si el equipo de usuario solicita o no una transmisión repetida para la transmisión de enlace ascendente planificada.

20 3. El equipo de usuario de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, comprendiendo además el procedimiento de acceso aleatorio la etapa de seleccionar (1001) el preámbulo de acceso aleatorio de una pluralidad de preámbulos predefinidos,

en el que los preámbulos predefinidos se asignan a diferentes grupos asociados respectivamente a si se solicita o no la transmisión repetida para la transmisión de enlace ascendente planificada, y se indica además la compatibilidad del equipo de usuario con una versión específica del sistema de comunicación.

25 4. El equipo de usuario de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el campo que indica el número de repeticiones transmitidas se utiliza para transportar bits de control de potencia de transmisión, TPC, cuando no está planificada ninguna transmisión repetida.

30 5. El equipo de usuario de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 4, en el que la transmisión de enlace ascendente planificada comprende un control de recursos radioeléctricos, RRC, solicitud de conexión y una solicitud de un servicio de estrato sin acceso, y el procedimiento de acceso aleatorio comprende además la siguiente etapa de realizar (904, 906) por la estación base, en respuesta a la solicitud de conexión RRC, respectivamente, la solicitud de un servicio de estrato sin acceso, una configuración de conexión RRC en paralelo al establecimiento de una conexión S1 entre la estación base y la red central.

6. El equipo de usuario de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el procedimiento de acceso aleatorio lo realizan los equipos de usuario que establecen una conexión RRC a la red.

35 7. Un procedimiento realizado por un equipo de usuario para realizar un procedimiento de acceso aleatorio en un sistema de comunicación, comprendiendo el procedimiento:

transmitir (901, 1002) un preámbulo de acceso aleatorio a una estación base,

recibir (902, 1003) un mensaje de respuesta de acceso aleatorio desde la estación base en respuesta a la transmisión del preámbulo de acceso aleatorio,

40 **caracterizado porque**

45 el mensaje de respuesta de acceso aleatorio comprende una concesión de recursos al equipo de usuario para una transmisión de enlace ascendente planificada, y un campo que indica un número de repeticiones transmitidas desde el equipo de usuario sobre los recursos concedidos para la transmisión de enlace ascendente planificada en subtramas consecutivas sin esperar a una realimentación de petición de repetición automática híbrida, HARQ, desde la estación base.

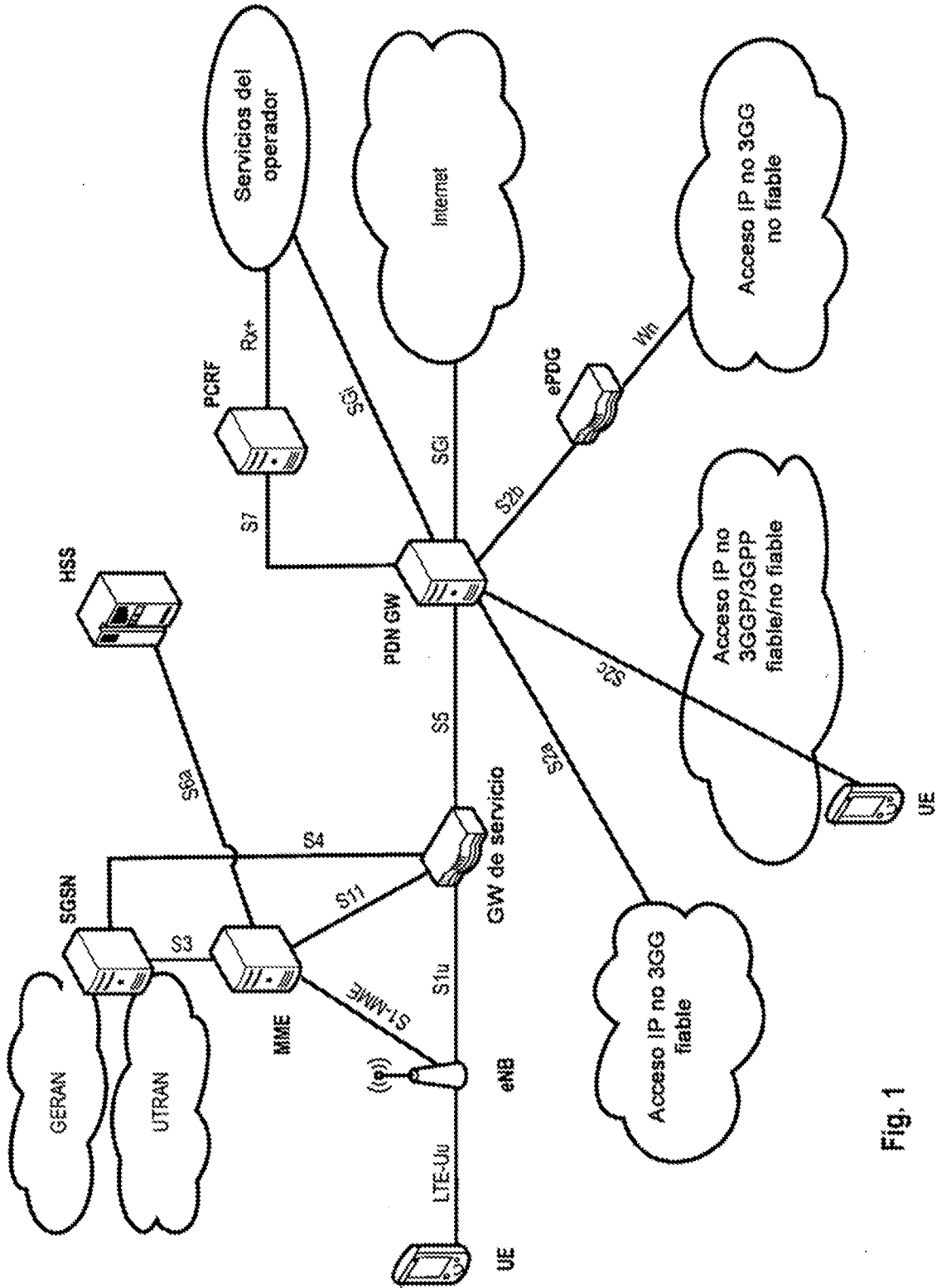


Fig. 1

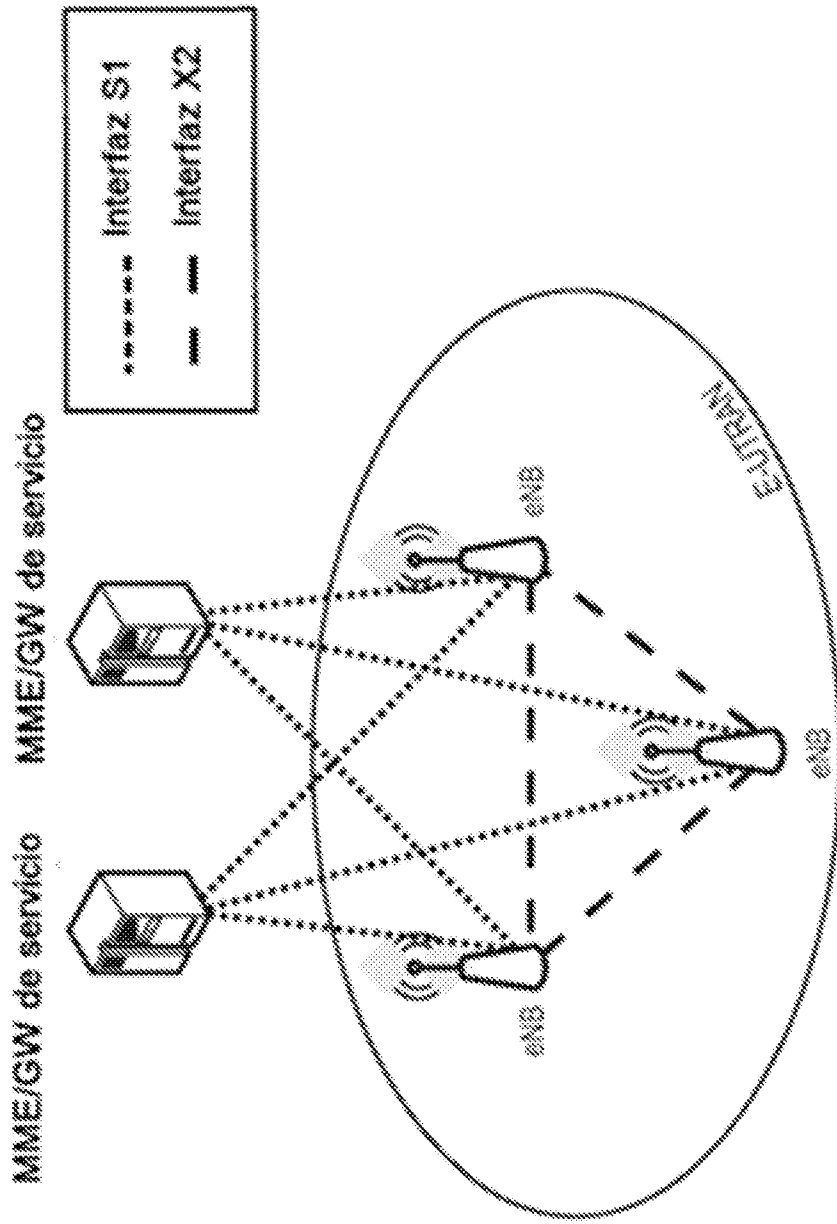


Fig. 2

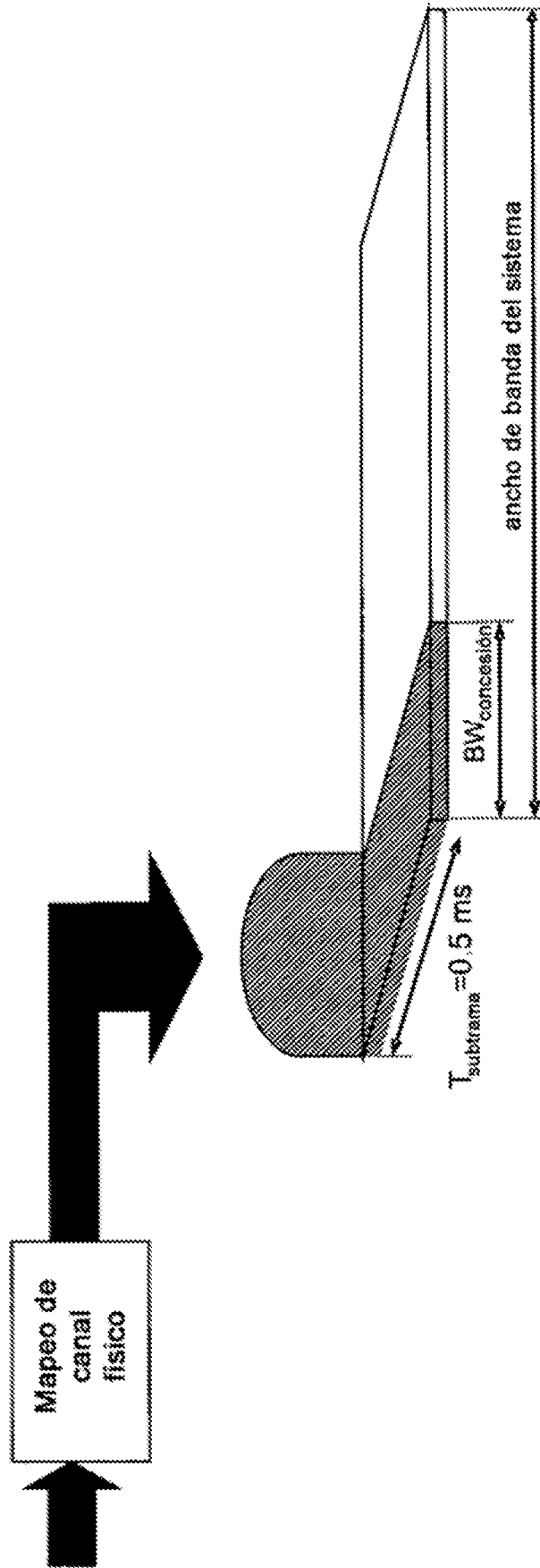


Fig. 3

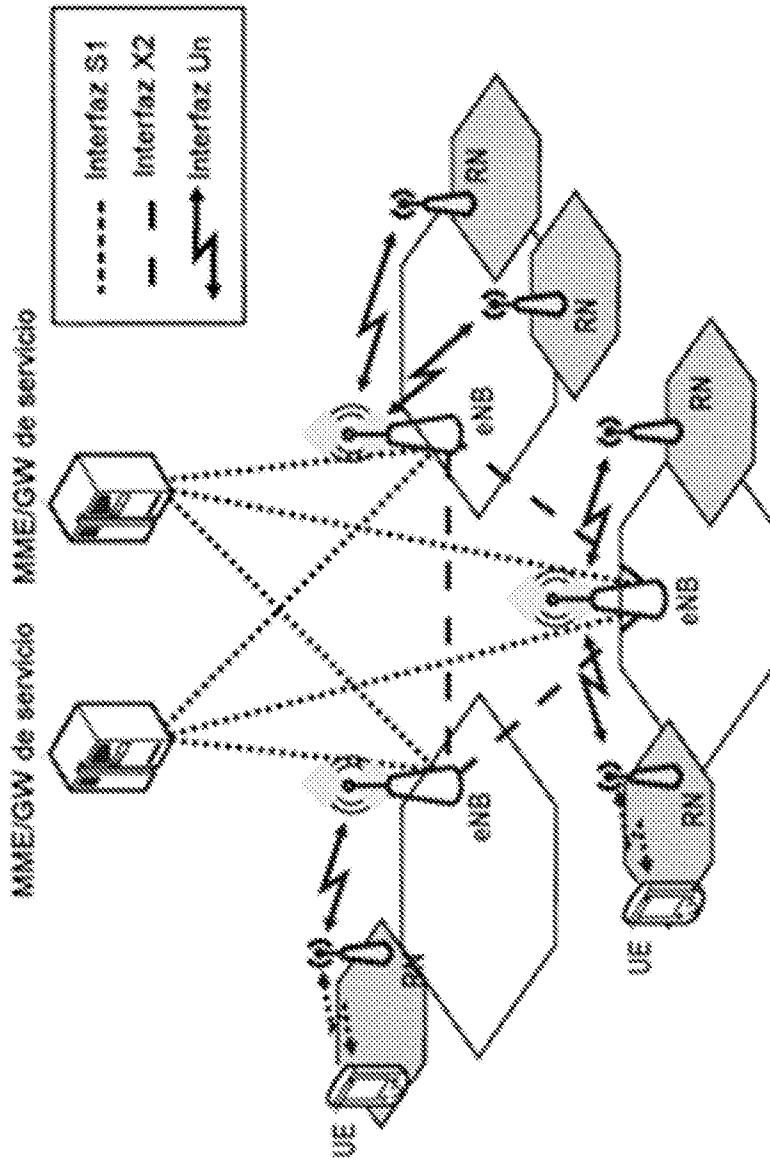


Fig. 4

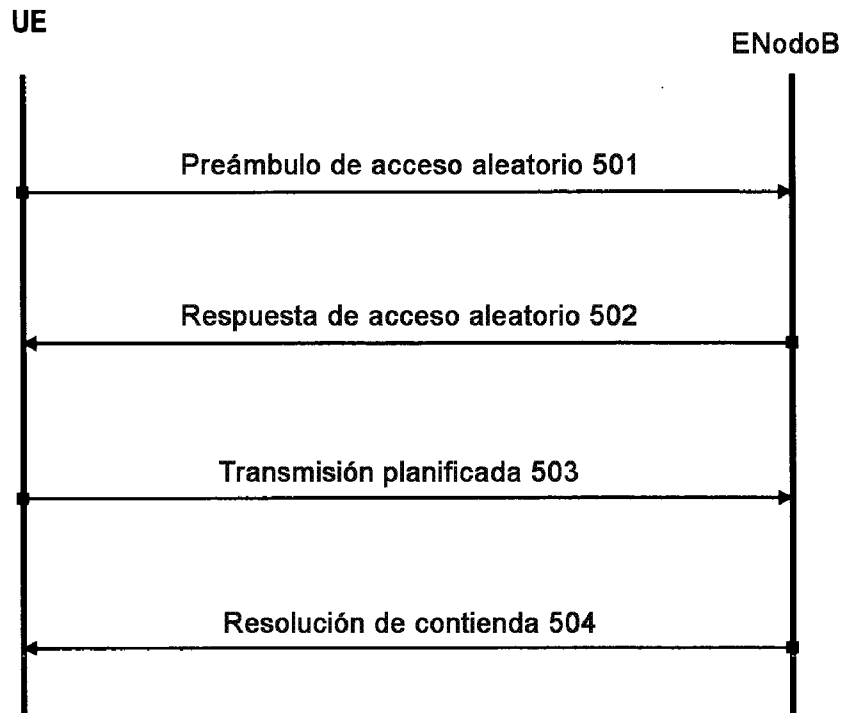


Fig. 5

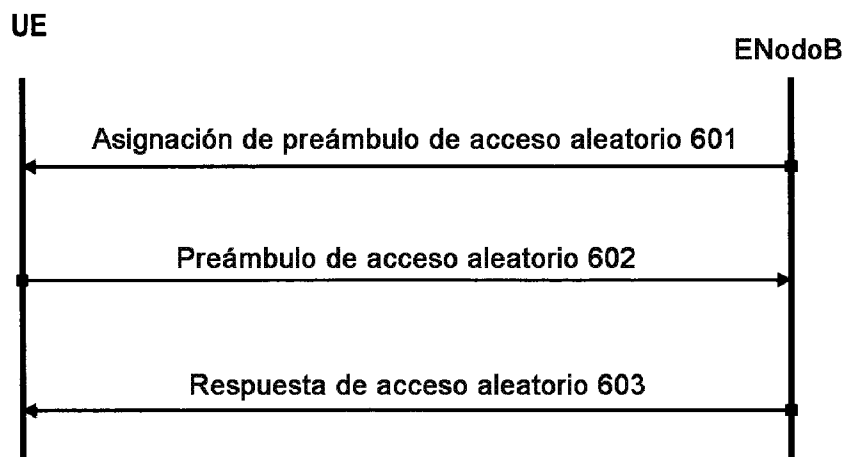


Fig. 6

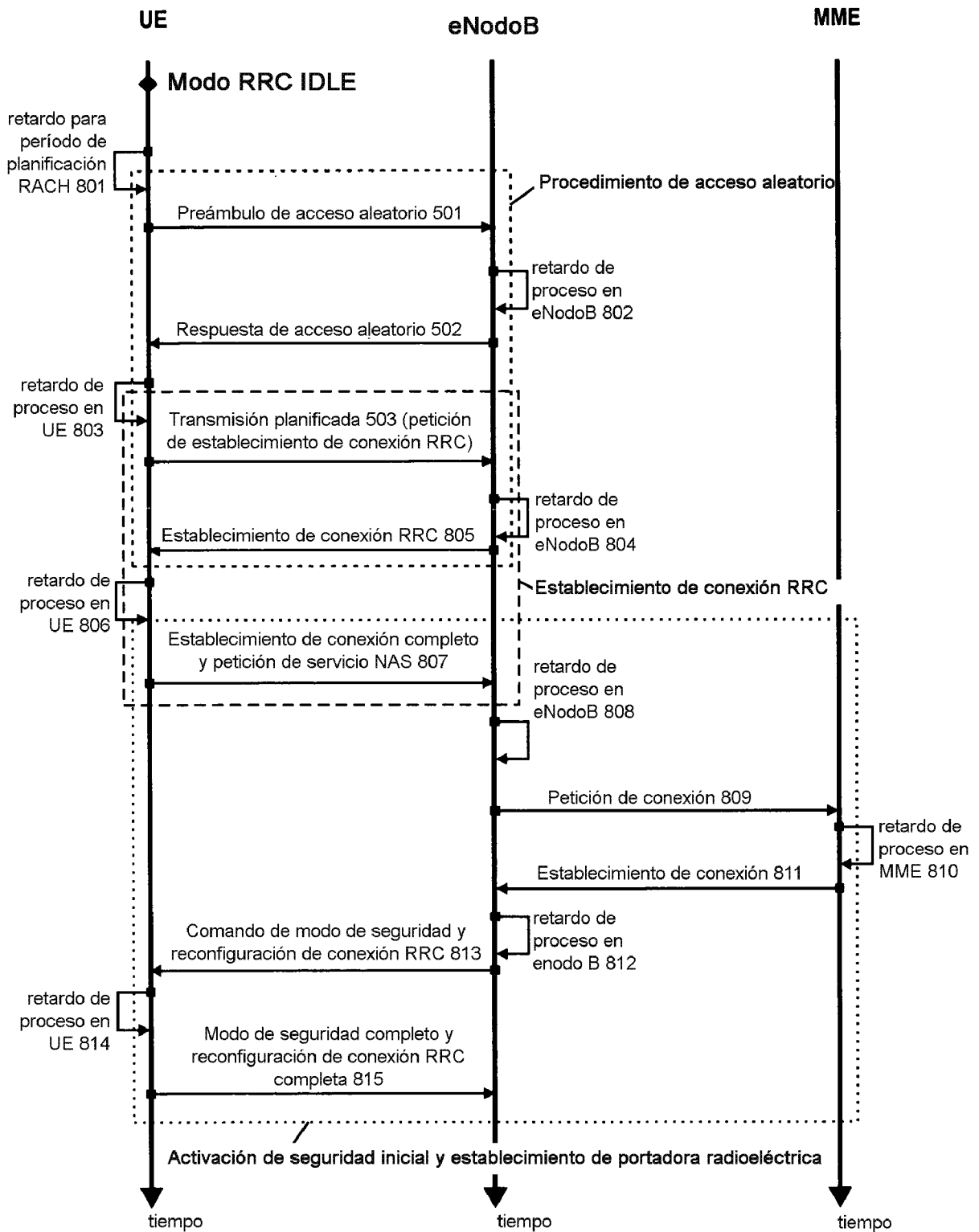


Fig. 8

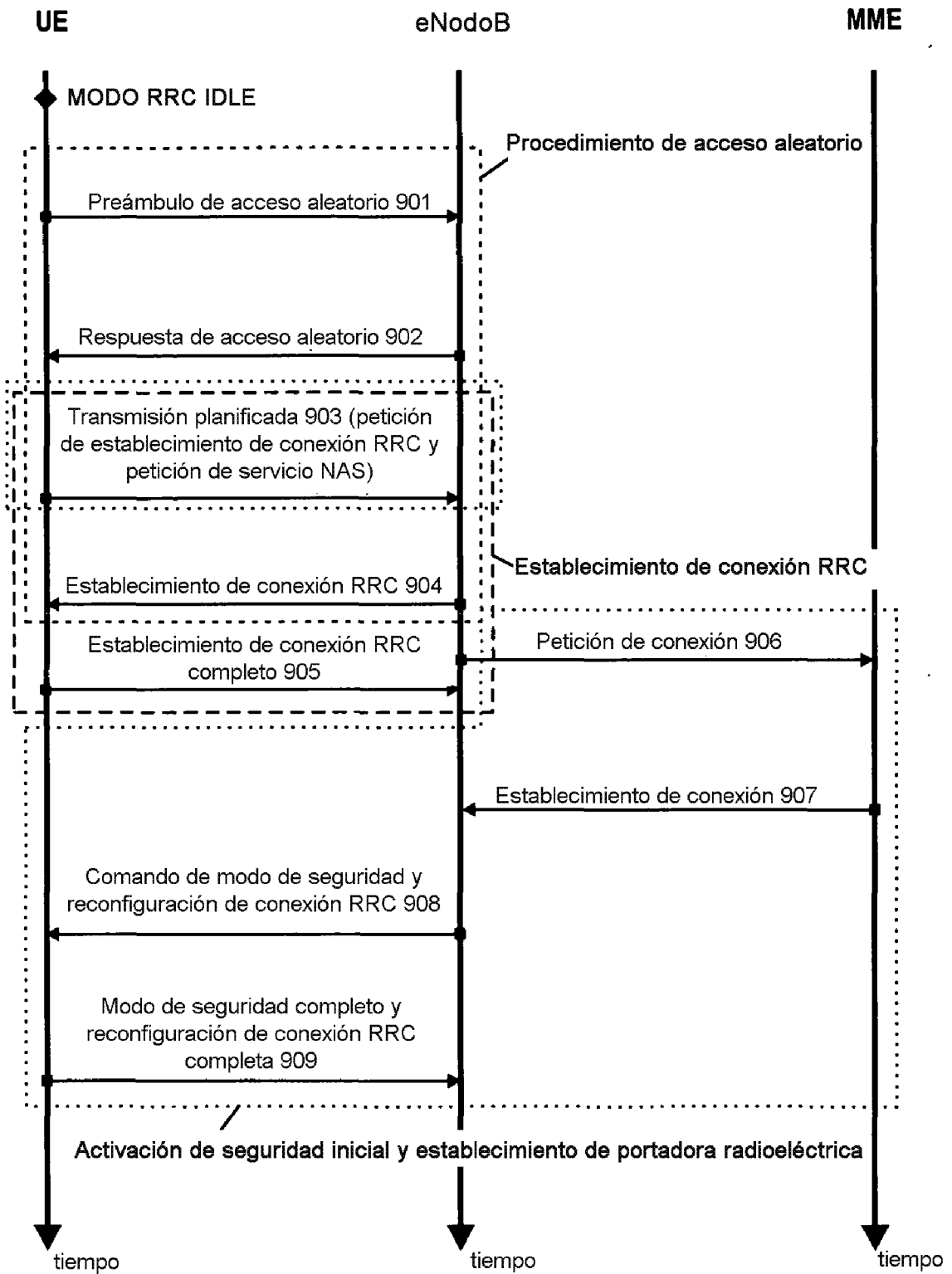


Fig. 9

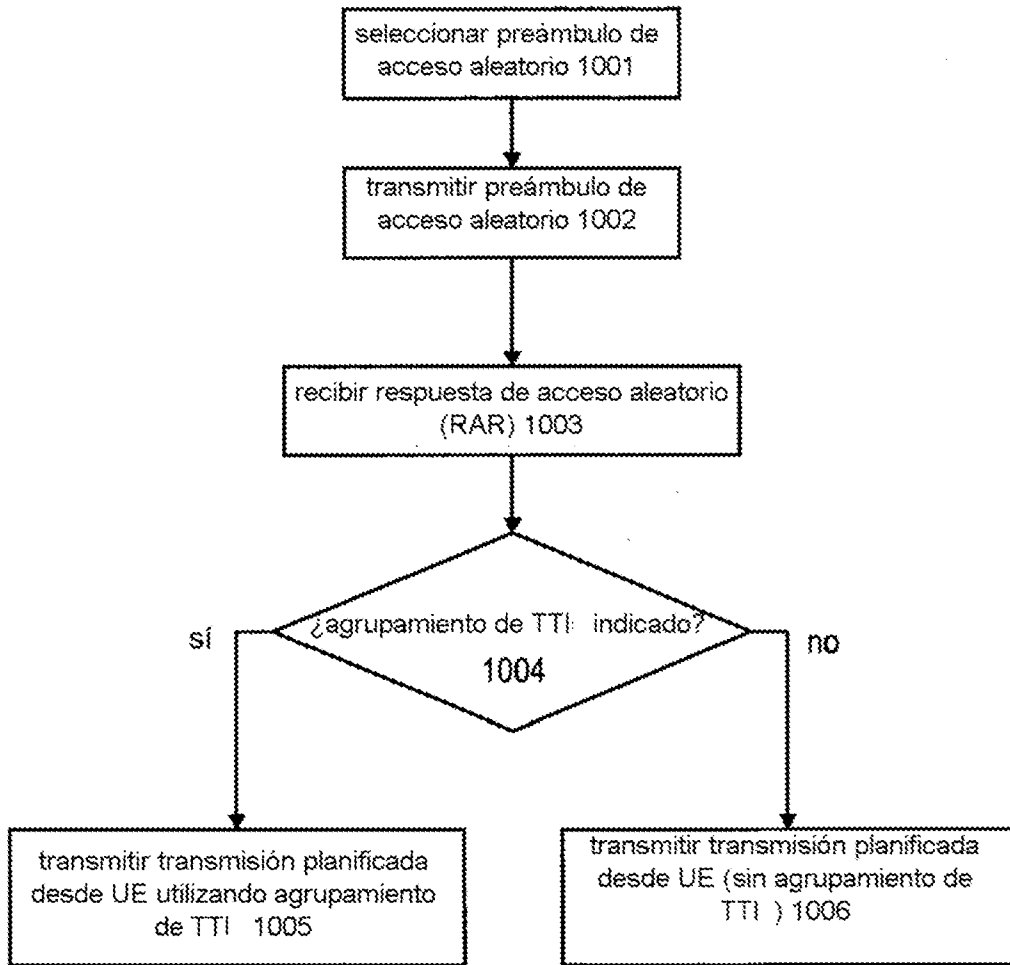


Fig. 10

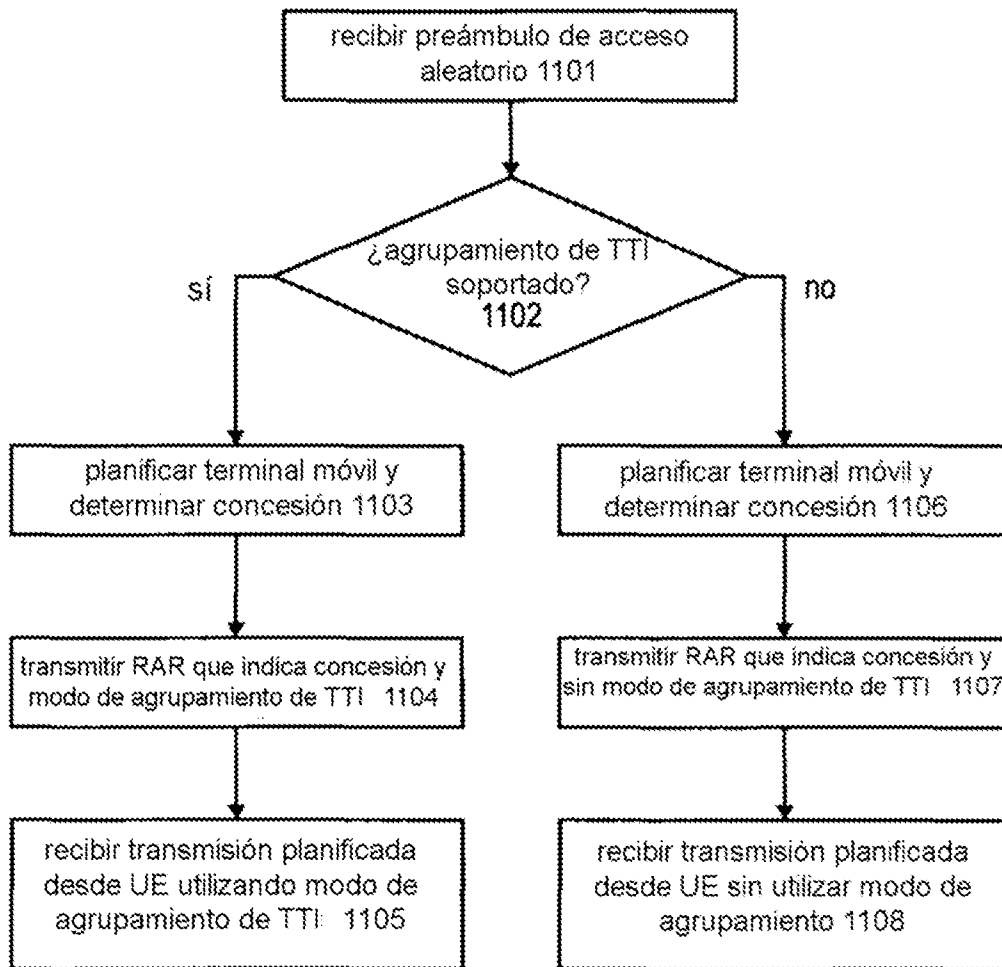


Fig. 11

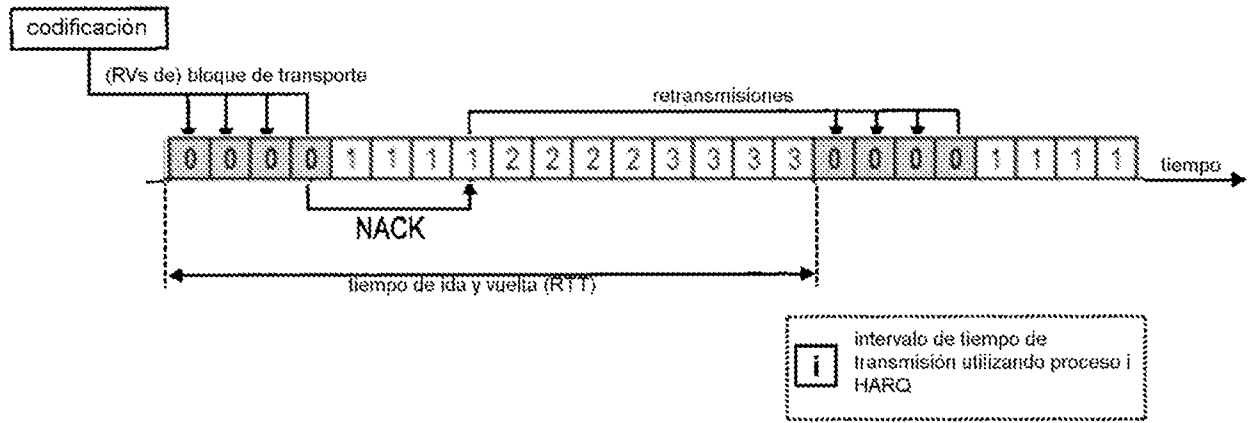


Fig. 12

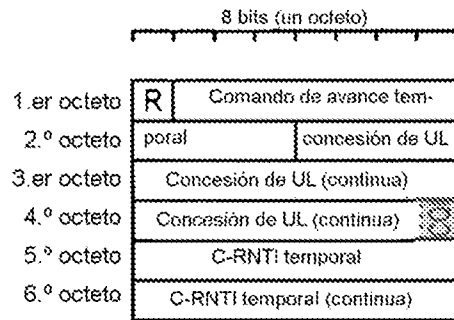


Fig. 7

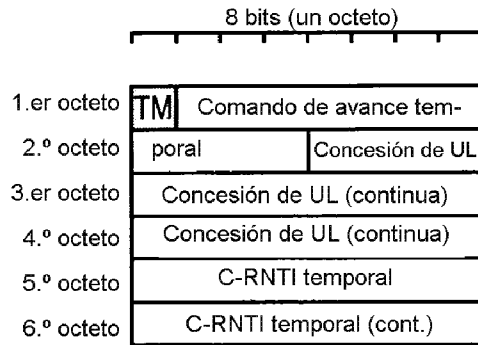


Fig. 13

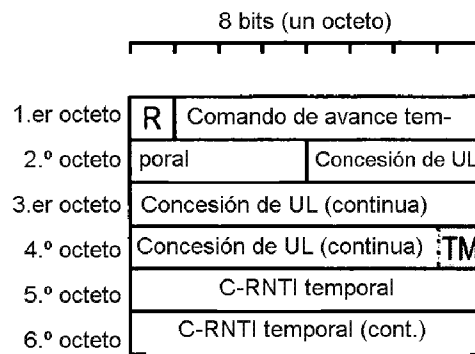


Fig. 14

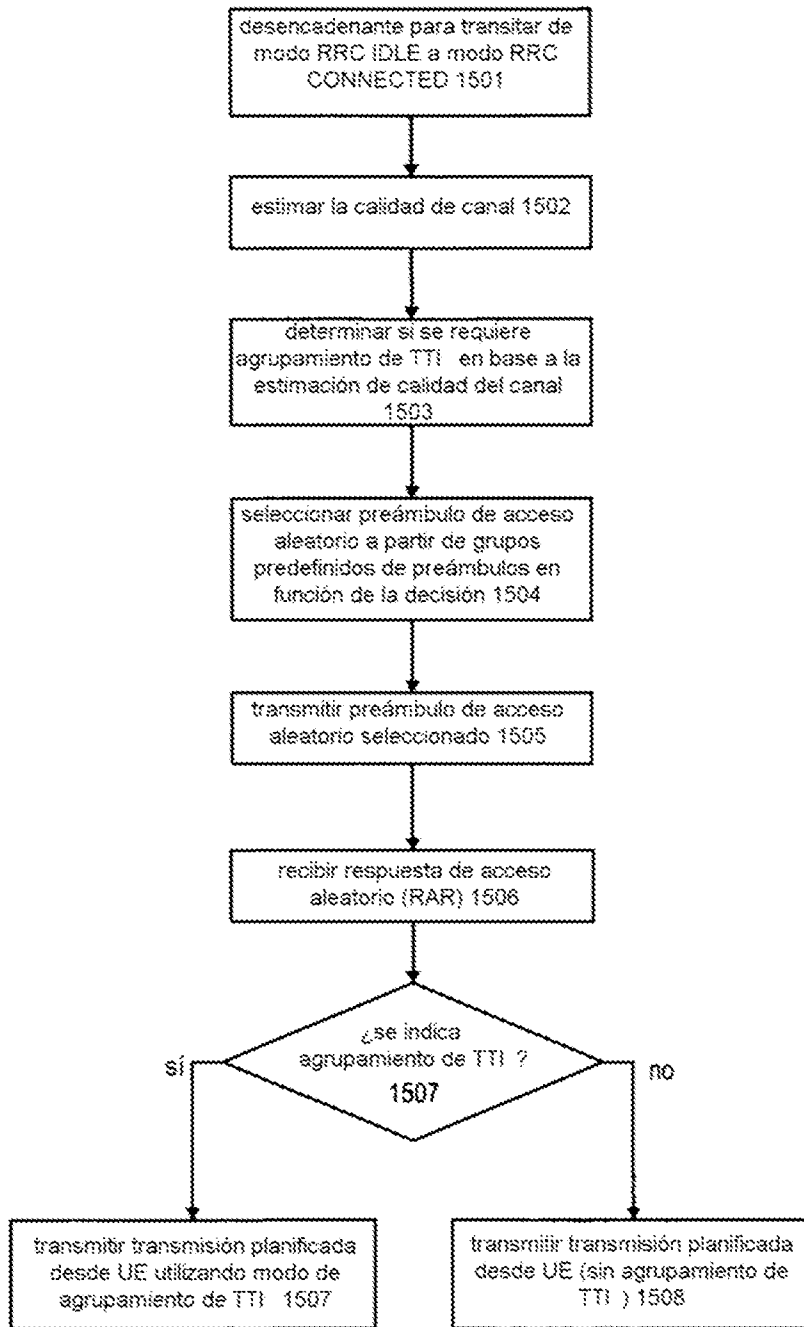


Fig. 15