

MÉTODOS PARA EQUILIBRAR LOS RECURSOS UTILIZADOS EN PROCEDIMIENTOS DE ACCESO ALEATORIO

CAMPO TÉCNICO

- 5** La presente invención se refiere en general a redes de comunicación inalámbrica y, en particular, se refiere a mejoras en técnicas de acceso aleatorio empleadas por equipos de usuario (UE) para acceder a celdas en estas redes.

ANTECEDENTES

- 10** Actualmente, la quinta generación ("5G") de sistemas celulares, también denominada Nuevo Radio (NR), se está normalizando dentro del Proyecto de Asociación de Tercera Generación (3GPP). NR está desarrollado para ofrecer la máxima flexibilidad para soportar múltiples y sustancialmente diferentes casos de uso. Estos incluyen banda ancha móvil mejorada (eMBB), comunicaciones tipo máquina (MTC), comunicaciones ultraconfiables de baja latencia (URLLC), dispositivo a dispositivo (D2D) sidelink y varios otros casos de uso. La presente divulgación se refiere en general
- 15** a NR, pero la siguiente descripción de tecnología de Evolución a Largo Plazo (LTE) se proporciona para contexto ya que comparte muchas características con NR.

- LTE es un término general para tecnologías de acceso de radio (RAT) de cuarta generación (4G) desarrolladas dentro de 3GPP e inicialmente normalizadas en las versiones 8 y 9, también conocidas como UTRAN evolucionada (E-UTRAN). LTE está disponible en varias
- 20** bandas de frecuencia y se acompaña de mejoras en aspectos no de radio a los que se hace referencia como Evolución de Arquitectura de Sistema (SAE), que incluye la red Central de Paquetes Evolucionado (EPC). LTE continúa evolucionando a través de lanzamientos posteriores.

- En la figura 1 se muestra una arquitectura de ejemplo general de una red que comprende LTE y SAE. E-UTRAN 100 incluye uno o más nodos B evolucionados (eNB), tal como
- 25** eNB 105, 110 y 115, y uno o más equipos de usuario (UE), tal como UE 120. Como se usa dentro de las normas 3GPP, "equipo de usuario" o "UE" significa cualquier dispositivo de comunicación inalámbrica (*por ejemplo*, teléfono inteligente o dispositivo informático) que sea capaz de comunicarse con el equipo de red compatible con la norma 3GPP, que incluye E-UTRAN así como UTRAN y/o GERAN, como se conocen comúnmente las 3GPP RAN de tercera generación ("3G")
- 30** y segunda generación ("2G").

- Como se especifica por 3GPP, E-UTRAN 100 es responsable de todas las funciones relacionadas con radio en la red, que incluye control de portador de radio, control de admisión de radio, control de movilidad de radio, programación y asignación dinámica de recursos a los UE en enlace ascendente y enlace descendente, así como seguridad de las comunicaciones con el UE.
- 35** Estas funciones residen en los eNB, tal como eNB 105, 110 y 115. Cada uno de los eNB puede atender un área de cobertura geográfica que incluye una o más celdas, que incluyen celdas 106, 111 y 115 atendidas por eNB 105, 110 y 115, respectivamente.

Los eNB en el E-UTRAN se comunican entre sí a través de la interfaz X2, como se muestra en la figura 1. Los eNB también son responsables de la interfaz E-UTRAN con el EPC 130, específicamente la interfaz S1 con la entidad de gestión de movilidad (MME) y la puerta de enlace de servicio (SGW), mostradas colectivamente como MME/S-GW 134 y 138 en la figura 1.

- 5** En general, la MME/S-GW maneja tanto el control general del UE como el flujo de datos entre el UE y el resto del EPC. Más específicamente, la MME procesa los protocolos de señalización (*por ejemplo*, plano de control) entre el UE y el EPC, que se conocen como protocolos de estrato sin acceso (NAS). La S-GW maneja todos los paquetes de datos de Protocolo de Internet (IP) (*por ejemplo*, datos o plano de usuario) entre el UE y el EPC y atiende como el ancla de movilidad local
- 10** para los portadores de datos cuando el UE se mueve entre eNB, tal como eNB 105, 110 y 115.

- La figura 2 ilustra un diagrama de bloques de una pila de protocolos de plano de control (CP) de ejemplo entre un UE, un eNB y una MME. La pila de protocolos de ejemplo incluye capas física (PHY), de control de acceso a medios (MAC), de control de enlace de radio (RLC), de protocolo de convergencia de datos en paquetes (PDCP) y de control de recursos de radio (RRC)
- 15** entre el UE y el eNB. La capa PHY proporciona recursos para transferir datos a través de canales de transporte a través de la interfaz de radio LTE. La capa MAC proporciona servicios de transferencia de datos en canales lógicos, mapea canales lógicos a canales de transporte PHY y reasigna recursos PHY para soportar estos servicios. La capa RLC proporciona detección y/o corrección de errores, concatenación, segmentación y remontaje, reordenamiento de datos
- 20** transferidos a o desde las capas superiores. La capa PDCP proporciona cifrado/descifrado y protección de integridad tanto para CP como para plano de usuario (UP), así como otras funciones UP tal como la compresión de cabecera. La pila de protocolos de ejemplo también incluye señalización de estrato sin acceso (NAS) entre el UE y la MME.

- La capa RRC controla las comunicaciones entre un UE y un eNB en la interfaz de radio,
- 25** así como la movilidad de un UE entre celdas en la E-UTRAN. Después de que un UE se enciende, estará en el estado RRC_IDLE hasta que se establezca una conexión RRC con la red, momento en el cual el UE pasará al estado RRC_CONNECTED (*por ejemplo*, donde se puede producir transferencia de datos). El UE vuelve a RRC_IDLE después de que se libera la conexión con la red. En el estado RRC_IDLE, el UE no pertenece a ninguna celda, no se ha establecido ningún
- 30** contexto RRC para el UE (*por ejemplo*, en E-UTRAN), y el UE está fuera de la sincronización UL con la red. Aun así, un UE en estado RRC_IDLE se conoce en el EPC y tiene una dirección IP asignada.

- Además, en el estado RRC_IDLE, el radio del UE está activo en un programa de recepción discontinua (DRX) configurado por capas superiores. Durante los períodos activos DRX
- 35** (también denominados “duraciones de encendido DRX”), un UE RRC_IDLE recibe información de sistema (SI) difundida por una celda de servicio, realiza mediciones de celdas vecinas para soportar reelección de celda y monitorea un canal de búsqueda para páginas del EPC a través

de un eNB que atiende la célula en la que el UE está acampado.

Un UE debe realizar un procedimiento de acceso aleatorio (RA) para pasar del estado RRC_IDLE al estado RRC_CONNECT. En el estado RRC_CONNECT, se conoce la celda que atiende al UE y se establece un contexto RRC para el UE en el eNB de servicio, de modo que el UE y el eNB se puedan comunicar. Por ejemplo, un identificador temporal de red de radio celular (C-RNTI) – una identidad UE utilizada para señalización entre UE y red – se configura para un UE en estado RRC_CONNECTED.

El esquema de acceso múltiple para la LTE PHY se basa en multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM) con un prefijo cíclico (CP) en el enlace descendente, y en acceso múltiple por división de frecuencia de portadora única (SC-FDMA) con un prefijo cíclico en el enlace ascendente. Para soportar transmisión en espectro emparejado y no emparejado, la LTE PHY soporta tanto duplexación por división de frecuencia (FDD) (incluida la operación de duplexación completa y parcial) como duplexación por división de tiempo (TDD). La figura 3 muestra una estructura de trama de radio de ejemplo (“tipo 1”) utilizada para la operación de enlace descendente (DL) LTE FDD. La trama de radio DL tiene una duración fija de 10 ms y consiste en 20 ranuras, etiquetadas de 0 a 19, cada una con una duración fija de 0.5 ms. Una subtrama de 1-ms incluye dos ranuras consecutivas, cada una de las cuales incluye $N_{\text{DL_symb}}^{\text{DL}}$ símbolos OFDM que comprenden N_{sc} subportadoras OFDM. Los valores de ejemplo de $N_{\text{DL_symb}}^{\text{DL}}$ pueden ser 7 (con CP normal) o 6 (con CP de longitud extendida) para espaciado de subportadora (SCS) de 15 kHz. N_{sc} es configurable con base en el ancho de banda de canal disponible.

Una subportadora particular en un símbolo particular se conoce como elemento de recurso (RE). Cada RE se utiliza para transmitir un número particular de bits, dependiendo del tipo de modulación y/o constelación de mapeo de bits utilizada para ese RE. Por ejemplo, algunos RE pueden portar dos bits usando modulación QPSK, en tanto que otros RE pueden portar cuatro o seis bits usando 16 o 64-QAM, respectivamente. Los recursos de radio de la PHY LTE también se definen en términos de bloques físicos de recursos (PRB). Un PRB abarca $N_{\text{sc}}^{\text{RB}}$ sub-portadoras durante la duración de una ranura, donde $N_{\text{sc}}^{\text{RB}}$ es 12 para SCS de 15 kHz.

Una trama de radio de enlace ascendente (UL) LTE FDD de ejemplo se puede disponer de una manera similar a la trama de radio FDD DL de ejemplo que se muestra en la figura 3. Usando terminología consistente con la descripción anterior, cada ranura UL incluye $N_{\text{UL_symb}}^{\text{UL}}$ símbolos OFDM, cada uno de los cuales incluye N_{sc} subportadoras OFDM.

En general, un canal físico corresponde a un conjunto de elementos de recursos que portan información que se origina en capas más altas. Los canales físicos de enlace descendente (DL, es decir, eNB a UE) proporcionados por la LTE PHY incluyen Canal Físico Compartido de Enlace Descendente (PDSCH), Canal Físico Multidifusión (PMCH), Canal Físico de Control de Enlace Descendente (PDCCH), Canal Físico de Control de Enlace Descendente de Retransmisión (R-PDCCH), Canal Físico de Difusión (PBCH), Canal Físico de Indicador de Formato de Control

(PCFICH) y Canal Físico Híbrido de Indicador ARQ (PHICH).

PDSCH es el principal canal físico utilizado para unidifusión de transmisión de datos de enlace descendente, pero también para transmisión de RAR (respuesta de acceso aleatorio), ciertos bloques de información del sistema e información de búsqueda. PBCH porta la información básica de sistema (SI) requerida por el UE para acceder a la red. PDCCH se utiliza para transmitir información de control de enlace descendente (DCI) que porta información de programación para mensajes DL en PDSCH y otorga para transmisión UL en PUSCH, entre otra información.

Los canales físicos de enlace ascendente (UL, es decir, UE a eNB) proporcionados por la LTE PHY incluyen canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH), canal físico de control de enlace ascendente (PUCCH) y canal físico de acceso aleatorio (PRACH). PUSCH es la contraparte de enlace ascendente del PDSCH. Los UE utilizan PUCCH para transmitir información de control de enlace ascendente, incluidos reconocimientos HARQ, informes de información de estado de canal, etc. PRACH se utiliza para transmisión de preámbulo de acceso aleatorio.

El 3GPP que especifica actualmente redes de quinta generación (5G), incluidas tecnologías de acceso de radio a menudo denominadas NR (Nuevo Radio). En tanto que LTE se diseñó principalmente para comunicaciones de usuario a usuario, se prevé que las redes 5G/NR soporten altas velocidades de datos de un solo usuario (por ejemplo, 1 Gb/s) y comunicaciones de máquina a máquina a gran escala que involucran transmisiones cortas y por ráfagas de muchos dispositivos diferentes que comparten el ancho de banda de frecuencia.

Tanto para LTE como para NR, un UE puede realizar un procedimiento de acceso aleatorio en cualquiera de las siguientes circunstancias, eventos y/o condiciones:

- Acceso inicial desde el estado RRC_IDLE;
- Durante un procedimiento de restablecimiento de conexión RRC;
- Durante el traspaso (es decir, cambio en la celda de servicio en tanto que se encuentra en estado RRC_CONNECTED);
- Tras la llegada de datos DL en tanto que se encuentra en estado RRC_CONNECTED (cuando el UE no se sincroniza con la red); y
- Tras la llegada de datos UL en tanto que encuentra en estado RRC_CONNECTED (como sea necesario, por ejemplo, cuando el UL del UE no se sincroniza con la red y/o no hay recursos PUCCH disponibles para transmitir una solicitud de programación, SR).

Convencionalmente, el acceso aleatorio UE se ha basado en conflicto, de modo que las transmisiones de acceso aleatorio del UE (también denominadas “preámbulos”, “secuencias” o “msg1”) pueden colisionar con transmisiones de acceso aleatorio de otros UE que intentan acceder a la misma celda en la misma ranura RACH. En este caso, la red puede no recibir correctamente las transmisiones de preámbulo de acceso aleatorio del UE, que provoca que el UE intente retransmisión a un nivel de potencia más alto. Esto puede introducir retardo y consumo de energía adicional de UE, así como una interferencia adicional en la ranura RACH.

Para abordar estos problemas, se han propuesto ciertos procedimientos de acceso aleatorio abreviados, por lo que el UE puede transmitir un preámbulo de acceso aleatorio en RACH junto con una pequeña cantidad de datos de capa superior en PUSCH. Aun así, hay varios problemas y/o cuestiones no resueltas relacionadas con el mapeo y/o relaciones entre los preámbulos de acceso aleatorio y recursos PUSCH utilizados por los UE en estos procedimientos de acceso aleatorio abreviados.

BREVE DESCRIPCIÓN

Las modalidades de la presente divulgación proporcionan mejoras específicas a comunicación entre equipo de usuario (UE) y nodos de red en una red inalámbrica, tal como al facilitar soluciones para superar problemas de acceso aleatorio de ejemplo resumidos anteriormente y descritos en más detalle más adelante.

Algunas modalidades de la presente divulgación incluyen métodos (por ejemplo, procedimientos) para acceso aleatorio de equipo de usuario (UE) a una celda en una red inalámbrica. Estos métodos de ejemplo se pueden realizar por un UE (por *ejemplo*, dispositivo inalámbrico, dispositivo MTC, dispositivo NB-IoT, *etc.* o componente del mismo) que opera en la red inalámbrica (*por ejemplo*, E-UTRAN, NG-RAN, o cualquier red de acceso de radio que soporte un procedimiento de acceso aleatorio similar al procedimiento de acceso aleatorio especificado en 3GPP para NR).

Estos métodos de ejemplo pueden incluir seleccionar uno de una pluralidad de preámbulos de acceso aleatorio disponibles y mapear el preámbulo de acceso aleatorio seleccionado a uno de una pluralidad de unidades de recursos de canales físicos compartidos de enlace ascendente (PUSCH) (PRU) disponibles con base en una restricción de mapeo. La restricción de mapeo incluye que una o más de las PRU disponibles no se utilizan para el mapeo, y que un número entero de los preámbulos de acceso aleatorio disponibles se mapean a cada una de las PRU disponibles que se utilizan para el mapeo. Estos métodos de ejemplo también pueden incluir transmitir el preámbulo de acceso aleatorio seleccionado en un canal de acceso aleatorio (RACH) y transmitir un mensaje de datos en la PRU mapeada al preámbulo de acceso aleatorio seleccionado.

En algunas modalidades, los preámbulos de acceso aleatorio disponibles se pueden disponer en una pluralidad de primeros grupos y las PRU disponibles se pueden disponer en una pluralidad de segundos grupos. En estas modalidades, la restricción de mapeo puede incluir un mapeo de uno a uno entre los primeros grupos y los segundos grupos (por ejemplo, primeros grupos respectivos mapeados a segundos grupos respectivos). En algunas de estas modalidades, las operaciones de selección pueden incluir seleccionar uno de los primeros grupos con base en la medición UE de la calidad de la señal de enlace descendente y seleccionar aleatoriamente un preámbulo de acceso aleatorio del primer grupo seleccionado.

En algunas modalidades, la restricción de mapeo se puede asociar con un período de

mapeo. Durante el período de mapeo, las PRU disponibles que no se utilizan para el mapeo se presentan después de las PRU disponibles que se utilizan para el mapeo (por ejemplo, al final del período de mapeo).

- En algunas modalidades, al menos uno de los siguientes depende de si el salto de frecuencia está activado para el PUSCH: un número de las PRU disponibles que no se utilizan para el mapeo; y el número entero de los preámbulos de acceso aleatorio disponibles mapeados a cada una de las PRU disponibles que se utilizan para el mapeo. De esta manera, se pueden emplear diferentes relaciones de mapeo dependiendo de si el salto de frecuencia está activado en el PUSCH.
- En algunas modalidades, el mensaje de datos se puede transmitir en la PRU asociada con el preámbulo de acceso aleatorio seleccionado usando uno o más de los siguientes: un nivel de potencia de transmisión inferior con respecto a los niveles de potencia de transmisión para otras PRU disponibles; un filtro espacial específico de UE; y un código de aleatorización específico de UE. En algunas modalidades, el mensaje de datos se puede transmitir en la PRU asociada con el preámbulo de acceso aleatorio seleccionado sin recibir una respuesta, de la red inalámbrica, a la transmisión del preámbulo de acceso aleatorio seleccionado. De esta manera, el UE puede realizar un procedimiento de acceso aleatorio de dos pasos.

- Otras modalidades de la presente divulgación incluyen métodos (por ejemplo, procedimientos) para facilitar acceso aleatorio de equipo de usuario (UE) a una celda en una red inalámbrica. Estos métodos de ejemplo se pueden realizar por un nodo de red (*por ejemplo*, estación base, eNB, gNB, ng-eNB, *etc.* o componente del mismo) que atiende a la celda en una red inalámbrica (*por ejemplo*, E-UTRAN, NG-RAN, *etc.*).

- Estos métodos de ejemplo pueden incluir detectar un preámbulo de acceso aleatorio transmitido por un UE en un canal de acceso aleatorio (RACH) en la celda y mapear el preámbulo de acceso aleatorio detectado a una de una pluralidad de unidades de recursos de canales físicos compartidos de enlace ascendente (PUSCH) (PRU) disponibles con base en una restricción de mapeo. La restricción de mapeo incluye que una o más de las PRU disponibles no se utilizan para el mapeo, y que un número entero de los preámbulos de acceso aleatorio disponibles se mapean a cada una de las PRU disponibles que se utilizan para el mapeo. Estos métodos de ejemplo también pueden incluir recibir un mensaje de datos transmitido por el UE en la PRU mapeada al preámbulo de acceso aleatorio detectado.

- En algunas modalidades, los preámbulos de acceso aleatorio disponibles se pueden disponer en una pluralidad de primeros grupos y las PRU disponibles se pueden disponer en una pluralidad de segundos grupos. En estas modalidades, la restricción de mapeo puede incluir un mapeo de uno a uno entre los primeros grupos y los segundos grupos (por ejemplo, primeros grupos respectivos mapeados a segundos grupos respectivos). En algunas de estas modalidades, el preámbulo de acceso aleatorio detectado es de uno particular de los primeros grupos que se

asocia con una calidad de señal de enlace descendente particular medida por el UE.

En algunas modalidades, la restricción de mapeo se puede asociar con un período de mapeo. Durante el período de mapeo, las PRU disponibles que no se utilizan para el mapeo se presentan después de las PRU disponibles que se utilizan para el mapeo (por ejemplo, al final del período de mapeo).

En algunas modalidades, al menos uno de los siguientes depende de si el salto de frecuencia está activado para el PUSCH: un número de las PRU disponibles que no se utilizan para el mapeo; y el número entero de los preámbulos de acceso aleatorio disponibles mapeados a cada una de las PRU disponibles que se utilizan para el mapeo. De esta manera, se pueden emplear diferentes relaciones de mapeo dependiendo de si el salto de frecuencia está activado en el PUSCH.

En algunas modalidades, el mensaje de datos se puede recibir en la PRU asociada con el preámbulo de acceso aleatorio detectado usando uno o más de los siguientes: un nivel de potencia inferior con respecto a los niveles de potencia para otras PRU disponibles; un filtro espacial específico de UE; y un código de aleatorización específico de UE. En algunas modalidades, el mensaje de datos se puede recibir en la PRU asociada con el preámbulo de acceso aleatorio detectado sin transmitir, al UE, una respuesta al preámbulo de acceso aleatorio detectado. De esta manera, el nodo de red puede facilitar el procedimiento de acceso aleatorio de dos pasos del UE en lugar de un procedimiento de acceso aleatorio de cuatro pasos convencional.

Otras modalidades incluyen UE (*por ejemplo*, dispositivos inalámbricos, dispositivos MTC, dispositivos NB-IoT, etc. o componentes de los mismos) y nodos de red (*por ejemplo*, estaciones base, eNB, gNB, ng-eNB, etc. o componentes de los mismos) configurados para realizar operaciones correspondientes a cualquiera de los métodos de ejemplo descritos en la presente. Otras modalidades incluyen medios legibles por computadora no transitorios que almacenan instrucciones de programa que, cuando se ejecutan por circuitería de procesamiento, configuran estos UE o nodos de red para realizar operaciones correspondientes a cualquiera de los métodos de ejemplo descritos en la presente.

Estos y otros objetos, características, beneficios y ventajas de las modalidades de la presente divulgación se harán evidentes tras la lectura de la siguiente descripción detallada en vista de las figuras que se describen brevemente más adelante.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1 es una ilustración de alto nivel de una arquitectura de ejemplo de la red UTRAN evolucionada (E-UTRAN) de Evolución a Largo Plazo (LTE) y Central de Paquetes Evolucionado (EPC).

La figura 2 es una ilustración de alto nivel de capas de protocolo de ejemplo de la porción de plano de control de la interfaz de radio entre un equipo de usuario (UE) y la E-UTRAN.

La figura 3 es un diagrama de bloques de una estructura de trama de radio LTE de

enlace descendente de ejemplo utilizada para operación de duplexación por división de frecuencia (FDD).

La figura 4 ilustra un procedimiento de acceso aleatorio basado en conflicto (CBRA) de cuatro pasos de ejemplo.

5 La figura 5 ilustra un procedimiento CBRA de dos pasos de ejemplo.

La figura 6 muestra un mapeo de ejemplo entre 16 preámbulos de acceso aleatorio (o RACH) y tres unidades de recursos PUSCH (PRU) utilizadas en un procedimiento CBRA de dos pasos de ejemplo.

10 La figura 7 es una gráfica que ilustra el efecto de mapeo no entero (o sesgado) entre preámbulos de acceso aleatorio y PRU en rendimiento de tasa de errores de bloques (BLER) para transmisiones PUSCH.

15 La figura 8 muestra un diagrama de flujo de un método de ejemplo (por ejemplo, procedimiento) para un equipo de usuario (UE, *por ejemplo*, dispositivo inalámbrico, dispositivo IoT, etc. o componente del mismo), de acuerdo con varias modalidades de ejemplo de la presente divulgación.

La figura 9 muestra un diagrama de flujo de un método de ejemplo (por ejemplo, procedimiento) para un nodo de red (*por ejemplo*, estación base, eNB, gNB, ng-eNB, etc. o componente del mismo), de acuerdo con varias modalidades de ejemplo de la presente divulgación.

20 La figura 10 muestra una vista de alto nivel de una arquitectura de red 5G de ejemplo.

La figura 11 muestra un diagrama de bloques de un dispositivo o UE inalámbrico de ejemplo, de acuerdo con varias modalidades de ejemplo de la presente divulgación.

La figura 12 muestra un diagrama de bloques de un nodo de red de ejemplo, de acuerdo con varias modalidades de ejemplo de la presente divulgación.

25 La figura 13 muestra un diagrama de bloques de una red de ejemplo configurada para proporcionar servicios de datos de transmisión libre (OTT) entre una computadora anfitrión y un UE, de acuerdo con varias modalidades de ejemplo de la presente divulgación.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

30 Algunas de las modalidades contempladas en la presente se describirán ahora más completamente con referencia a las figuras anexas. Sin embargo, otras modalidades se encuentran dentro del alcance de la materia objeto divulgada en la presente, la materia objeto divulgada no se debe considerar como limitada solo a las modalidades expuestas en la presente; en su lugar, estas modalidades se proporcionan a modo de ejemplo para transmitir el alcance de la materia objeto a aquellos expertos en la técnica.

35 Generalmente, todos los términos utilizados en la presente se deben interpretar de acuerdo con su significado ordinario en el campo técnico relevante, a menos que se dé y/o esté implicado claramente un significado diferente a partir del contexto en el que se usa. Todas las

referencias al elemento, aparato, componente, medio, paso, *etc.* Se deben interpretar abiertamente como referencias a al menos una instancia del elemento, aparato, componente, medio, paso, *etc.*, a menos que se indique explícitamente lo contrario. Los pasos de cualquier método divulgados en la presente no se tienen que realizar en el orden exacto descrito, a menos

5 que se describa explícitamente un paso como siguiente o anterior a otro paso y/o donde está implícito que un paso debe seguir o preceder a otro paso. Cualquier característica de cualquiera de las modalidades divulgadas en la presente se puede aplicar a cualquier otra modalidad, cuando sea apropiado. De manera similar, cualquier ventaja de cualquiera de las modalidades se puede aplicar a cualquier otra modalidad y viceversa. Otros objetivos, características y ventajas de las

10 modalidades anexas serán evidentes a partir de la siguiente descripción.

Además, los siguientes términos se utilizan a lo largo de la descripción que se proporcionan a continuación:

- Nodo de radio: como se usa en la presente, un “nodo de radio” puede ser un “nodo de acceso de radio” o un “dispositivo inalámbrico”.

15 • Nodo de acceso de radio: como se usa en la presente, un “nodo de acceso de radio” (o de manera equivalente “nodo de red de radio”, “nodo de red de acceso de radio” o “nodo RAN”) puede ser cualquier nodo en una red de acceso de radio (RAN) de una red de comunicaciones celulares que opera para transmitir y/o recibir señales de forma inalámbrica. Algunos ejemplos de un nodo de acceso de radio incluyen, pero no se limitan a, una estación base

20 (*por ejemplo*, una estación base de Nuevo Radio (NR) (gNB) en una red NR de Quinta Generación (5G) de 3GPP o un Nodo B mejorado o evolucionado (eNB) en una red 3GPP LTE), componentes distribuidos de estación base (*por ejemplo*, CU y DU), una macroestación base o de alta potencia, una estación base de baja potencia (*por ejemplo*, micro-, pico-, femto- o estación base local o similares), un nodo de red de retorno de acceso integrado (IAB), un punto de transmisión, una

25 unidad de radio remota (RRU o RRH) y un nodo de retransmisión.

- Nodo de red central: como se usa en la presente, un “nodo de red central” es cualquier tipo de nodo en una red central. Algunos ejemplos de un nodo de red central incluyen, *por ejemplo*, una entidad de gestión de movilidad (MME), una puerta de enlace de servicio (SGW), una puerta de enlace de red de datos en paquetes (P-GW), una función de gestión de acceso y

30 movilidad (AMF), una función de gestión de sesión (AMF), una función de plano de usuario (UPF), una función de exposición de capacidad de servicio (SCEF) o similares.

- Dispositivo inalámbrico: como se usa en la presente, un “dispositivo inalámbrico” (o “WD” para abreviar) es cualquier tipo de dispositivo que tiene acceso a (es *decir*, se atiende por) una red de comunicaciones celulares al comunicarse de forma inalámbrica con nodos de red y/u

35 otros dispositivos inalámbricos. La comunicación inalámbrica puede implicar transmitir y/o recibir señales inalámbricas usando ondas electromagnéticas, ondas de radio, ondas infrarrojas y/u otros tipos de señales adecuadas para transmitir información a través del aire. A menos que se indique

lo contrario, el término "dispositivo inalámbrico" se usa indistintamente en la presente con "equipo de usuario" (o "UE" para abreviar). Algunos ejemplos de un dispositivo inalámbrico incluyen, pero no se limitan a, teléfonos inteligentes, teléfonos móviles, teléfonos celulares, teléfonos de voz sobre IP (VoIP), teléfonos de bucle local inalámbrico, computadoras de escritorio, asistentes digitales personales (PDA), cámaras inalámbricas, consolas o dispositivos de videojuegos, dispositivos de almacenamiento de música, dispositivos de reproducción, dispositivos portátiles, puntos finales inalámbricos, estaciones móviles, tabletas, laptops, equipos integrados en laptop (LEE), equipos montados en laptop (LME), dispositivos inteligentes, equipo inalámbrico en las instalaciones del cliente (CPE), dispositivos de comunicación de tipo móvil (MTC), dispositivos de Internet de las cosas (IoT), dispositivos terminales inalámbricos montados en vehículo, etc.

- **Nodo de red:** como se usa en la presente, un "nodo de red" es cualquier nodo que es ya sea parte de la red de acceso de radio (por ejemplo, un nodo de acceso de radio o nombre equivalente analizado anteriormente) o de la red central (por ejemplo, un nodo de red central analizado anteriormente) de una red de comunicaciones celulares. Funcionalmente, un nodo de red es un equipo capaz, configurado, dispuesto y/u operable para comunicarse directa o indirectamente con un dispositivo inalámbrico y/o con otros nodos o equipos de red en la red de comunicaciones celulares, para activar y/o proporcionar acceso inalámbrico al dispositivo inalámbrico y/o para realizar otras funciones (*por ejemplo*, administración) en la red de comunicaciones celulares.

Se señala que la descripción en la presente se centra en un sistema de comunicaciones celulares 3GPP y, como tal, se utiliza a menudo terminología 3GPP o terminología similar a la terminología 3GPP. Sin embargo, los conceptos divulgados en la presente no se limitan a un sistema 3GPP. Además, aunque el término "celda" se utiliza en la presente, se debe entender que (particularmente con respecto a 5G NR) se pueden usar haces en lugar de celdas y, como tal, los conceptos descritos en la presente se aplican por igual tanto a celdas como a haces.

Como se mencionó brevemente anteriormente, se han propuesto ciertos procedimientos de acceso aleatorio abreviados, por lo que el UE puede transmitir una pequeña cantidad de datos de capa superior junto con un preámbulo de acceso aleatorio. Desde las perspectivas del UE y de la red, estos datos de capa superior se pueden considerar una transmisión PUSCH, tal como se analizó anteriormente. Aun así, hay varios problemas y/o cuestiones no resueltas relacionadas con el mapeo y/o relaciones entre los preámbulos de acceso aleatorio y recursos PUSCH utilizados por un UE en estos procedimientos de acceso aleatorio abreviados. Estos se analizan en más detalle más adelante.

Como se analizó anteriormente, la capa LTE RRC (que se muestra en la figura 2) controla las comunicaciones entre un UE y un eNB en la interfaz de radio, así como la movilidad de un UE entre celdas en la E-UTRAN. Antes de Rel-13, solo se definieron los estados RRC_IDLE y RRC_CONNECTED para un UE. En LTE Rel-13, se introdujo un mecanismo para que el UE se

suspenda por la red en un estado suspendido similar a RRC_IDLE pero con algunas diferencias importantes. En primer lugar, el estado suspendido no es un tercer "estado" RRC junto con RRC_IDLE y RRC_CONNECTED; en su lugar se puede ver como un "subestado" de RRC_IDLE.

En segundo lugar, tanto el UE como el eNB de servicio almacenan el contexto AS (por ejemplo, S1-AP) del UE y el contexto RRC después de la suspensión. Después, cuando el UE suspendido necesita reanudar una conexión (por ejemplo, para enviar datos UL), en lugar de pasar a través del procedimiento de solicitud de servicio convencional, el UE suspendido simplemente envía un mensaje *RRConnectionResumeRequest* al eNB. El eNB reanuda el contexto S1AP y responde con un mensaje *RRConnectionResume*. No hay un intercambio elaborado de contexto de seguridad entre MME y eNB y no hay una configuración de contexto de seguridad AS. Los contextos AS y RRC conservados se reanudan meramente desde donde se suspendieron anteriormente. La reducción de la señalización puede proporcionar una latencia UE reducida (por ejemplo, para acceder a Internet) y un consumo de energía de UE reducido, particularmente para dispositivos de comunicación de tipo máquina (MTC) que envían muy pocos datos (es decir, la señalización es un consumidor de energía primaria).

En tanto que LTE se diseñó principalmente para comunicaciones de usuario a usuario, se prevé que las redes 5G/NR soporten altas velocidades de datos de un solo usuario (por ejemplo, 1 Gb/s) y comunicaciones de máquina a máquina a gran escala que involucran transmisiones cortas y por ráfagas de muchos dispositivos diferentes que comparten el ancho de banda de frecuencia.

Las capas físicas NR y LTE tienen muchas similitudes. NR utiliza CP-OFDM (Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal de Prefijo Cíclico) en el DL y tanto CP-OFDM como OFDM DFT dispersa (DFT-S-OFDM) en el UL. En el dominio del tiempo, los recursos físicos NR DL y UL se organizan en subtramas de igual tamaño de 1 ms cada una. Una subtrama se divide adicionalmente en múltiples ranuras de igual duración, cada ranura que incluye múltiples símbolos basados en OFDM. Además, los canales físicos NR UL y DL son similares a los utilizados en LTE, analizados anteriormente.

La capa NR RRC incluye los estados RRC_IDLE y RRC_CONNECTED como en LTE, pero añade un estado RRC_INACTIVE con propiedades similares al subestado suspendido en LTE Rel-13. Sin embargo, el estado RRC_INACTIVE es un estado RRC separado y no parte de RRC_IDLE como en LTE. Además, la conexión CN/RAN (interfaz NG o N2) se mantiene activa durante RRC_INACTIVE en tanto que está suspendida en LTE.

Además de proporcionar cobertura a través de celdas, como en LTE, las redes NR también proporcionan cobertura a través de "haces". En general, un "haz" DL es un área de cobertura de un RS transmitido por red que se puede medir o monitorear por un UE. En NR, por ejemplo, este RS puede incluir cualquiera de los siguientes, solos o en combinación: bloque SS/PBCH (SSB), CSI-RS, señales de referencia terciarias (o cualquier otra señal de

sincronización), posicionamiento RS (PRS), DMRS, señales de referencia de rastreo de fase (PTRS), etc. En general, SSB está disponible para todos los UE independientemente del estado RRC, en tanto que otros RS (*por ejemplo*, CSI-RS, DM-RS, PTRS) se asocian con UE específicos que tienen una conexión de red, *es decir*, en estado RRC_CONNECTED.

- 5** Como se mencionó con brevedad anteriormente, los UE acceden convencionalmente a una celda de servicio usando un procedimiento de acceso aleatorio basado en conflicto (CBRA). La figura 4 ilustra los pasos (es decir, operaciones) en un procedimiento CBRA de ejemplo. En el paso 1, el UE selecciona aleatoriamente un preámbulo (o secuencia) de acceso aleatorio de un conjunto conocido de preámbulos indicados por la red (es decir, el nodo RAN de servicio, tal como eNB o gNB) a través de información de sistema (SI) de difusión. El propósito de la selección aleatoria de preámbulos es evitar colisiones separando los preámbulos en un dominio de código. En LTE típicamente hay 64 preámbulos diferentes disponibles en cada celda, que a su vez se dividen en múltiples grupos. La agrupación permite que el UE señalice con un bit si necesita recursos de radio para un mensaje pequeño o grande (paquete de datos). Es decir, un preámbulo
- 10** seleccionado aleatoriamente de un grupo puede indicar que el UE tiene una pequeña cantidad de datos para enviar, en tanto que un preámbulo seleccionado de otro grupo indica que se necesitan recursos para una mayor cantidad de datos.
- 15**

- El UE transmite el preámbulo RA (también denominado “msg1”) solo en determinados recursos de tiempo/frecuencia UL, que también se dan a conocer a todos los UE a través de la SI de difusión. El eNB detecta todos los preámbulos no de colisión transmitidos por los UE en estos recursos y estima el tiempo de ida y vuelta (RTT) para cada UE. El RTT es necesario para lograr sincronización de tiempo y frecuencia tanto en DL como en UL para el UE en los sistemas basados en LTE o NR OFDM.
- 20**

- En el paso 2, la respuesta RA (RAR, también denominada “msg2”) del nodo RAN porta el RTT, una identidad UE temporal (por ejemplo, C-RNTI) y recursos UL para que el UE los use en el paso 3. Como se mencionó anteriormente, el UE puede usar el RTT recibido para ajustar su ventana de transmisión con el fin de obtener sincronización UL. La RAR se programa en un canal compartido DL (*por ejemplo*, PDSCH) y se indica en un canal de control DL (*por ejemplo*, PDCCH) usando una identidad reservada para RAR. Todos los UE que transmitieron un monitor de preámbulo RA PDCCH para RAR dentro de una ventana de tiempo después de sus transmisiones de preámbulo. Si el UE no detecta una RAR dentro de la ventana de tiempo, declara un intento fallido y repite el paso 1 usando un nivel de potencia de transmisión incrementado para el preámbulo (o msg1). Se señala que el nodo RAN detectará la presencia de un preámbulo particular pero no cuántos UE transmitieron simultáneamente ese preámbulo particular.
- 25**
- 30**

- 35** La asignación de recursos UL recibida que se va a utilizar en el paso 3 es esencialmente un apuntador (*por ejemplo*, a una ubicación en la cuadrícula de recursos de tiempo/frecuencia UL) que informa al UE exactamente qué subtramas (tiempo) transmitir y qué

bloques de recursos (frecuencia) usar. Las capas superiores indican la concesión UL de 20 bits a la PHY, como se define en 3GPP TS 36.321 y 36.213. En la LTE PHY, esto se refiere a la concesión RAR y se porta en el PDCCH por un formato específico de información de control de enlace descendente (DCI). Se propone que el tamaño de concesión RAR equilibre entre minimizar el número de bits para portar la asignación de recursos en tanto que proporciona alguna flexibilidad de asignación de recursos para el programador eNB. En general, la longitud del mensaje PHY depende del ancho de banda de sistema.

En el paso 3, tras la recepción correcta de la RAR en el paso 2, el UE se sincroniza en el tiempo con el eNB. Antes de que pueda tener lugar cualquier transmisión, se asigna una C-RNTI de identidad única. La transmisión UE en este paso (denominada “msg3”) utiliza los recursos de radio de canal UL asignados en el paso 2. También puede ser necesario un intercambio de mensajes adicional dependiendo del estado UE, como se indica en la figura 4 por las flechas dibujadas con líneas punteadas. En particular, si el UE no se conoce en el eNB, entonces se necesita alguna señalización entre el eNB y la red central.

En el paso 4, el eNB envía msg4 a través de señal RRC para posiblemente resolver el conflicto. Si el UE ha utilizado la C-RNTI asignada en msg3, esta C-RNTI se repite en MSG.4 para indicar que se resuelve la colisión. De lo contrario, la red direcciona el UE con la TC-RNTI e incluye en la carga útil MAC la identidad UE utilizada en msg3. Si la identidad UE coincide con la que el UE tiene, el UE considera resuelto el conflicto. En caso de que se detecte una colisión, el UE realiza la retransmisión del preámbulo e inicia el acceso aleatorio nuevamente. Se considera que la colisión se detecta en los siguientes casos:

- Después de transmitir msg3 usando una C-RNTI asignada por celda objetivo (por ejemplo, en traspaso o cuando el UE se encuentra en RRC_CONNECTED), el UE detecta un msg4 que no se dirige a su C-RNTI y el temporizador de resolución de conflicto expira;

- Después de transmitir un msg3 usando una TC-RNTI asignada al mismo en la RAR, el UE detecta un msg4 que se dirige a la misma TC-RNTI, pero la identidad UE en la carga útil de msg4 no coincide con la identidad del UE transmitida en msg3.

Se señala que la colisión no se considera en MAC como un caso de falla. Como tal, las capas superiores no son conscientes de que se ha producido una colisión.

Además de los casos mencionados anteriormente, la retransmisión de preámbulo también se activa cuando el UE envía un preámbulo y no recibe una RAR dentro de una ventana de tiempo RAR. En ese caso, el UE realiza elevación en rampa de potencia de preámbulo y transmite el preámbulo nuevamente. En todos estos casos, cuando la ventana de tiempo RAR expira cuando se detecta la colisión, el UE realiza retransmisión de preámbulo. Un parámetro provisto por el nodo RAN a través de señalización RRC controla cuántas veces el UE debe intentar la retransmisión de preámbulo.

En cualquier caso, la retransmisión de preámbulo puede incrementar la latencia para

que el UE acceda a la celda. Sin embargo, para reducir esta latencia, se ha propuesto un procedimiento de acceso aleatorio de dos pasos como una alternativa al CBRA de cuatro pasos ilustrado en la figura 4. En particular, la figura 5 ilustra un procedimiento de acceso aleatorio de dos pasos de ejemplo propuesto para NR.

5 En el paso 1, en lugar de “msg1” tal como se muestra en la figura 4, el UE (510) transmite un mensaje denominado “msgA” al gNB (520) que atiende la celda. Este mensaje incluye dos partes: 1) un preámbulo transmitido en PRACH, similar a msg1; y 2) una parte de datos de capa superior (por ejemplo, una solicitud de conexión RRC con alguna pequeña carga útil adicional) transmitida en PUSCH.

10 La respuesta del gNB al msgA del UE depende del éxito o fracaso tanto de la detección RACH como de la decodificación de mensaje PUSCH. Si ambos tienen éxito, la respuesta que se muestra en el paso 2 de la figura 5 es msgB, que incluye asignación de identificador UE (por ejemplo, C-RNTI), información TA, mensaje de resolución de conflicto, etc. Aunque no se muestra en la figura 5, varias técnicas están disponibles en el caso de detección RACH y/o decodificación de mensajes PUSCH sin éxito, incluida la alternativa al procedimiento convencional de acceso aleatorio de cuatro pasos, la reserva de recursos PRACH y PUSCH separados para procedimientos de dos y cuatro pasos, etc.

15

La carga útil PUSCH en msg-A se transmite a través de un conjunto de recursos de tiempo-frecuencia denominados como una Ocasión PUSCH (PO), y el preámbulo de acceso aleatorio se transmite a través de un conjunto de recursos de tiempo-frecuencia conocidos como Ocasión RACH (RO). Cada PO se asocia con una secuencia DM-RS, un puerto DM-RS (que incluye OCC y desplazamiento cíclico) y (opcionalmente) un ID de aleatorización, cuya combinación se conoce como una unidad de recursos PUSCH (PRU). Los recursos de tiempo-frecuencia PO pueden ser contiguos o puede haber un espacio entre los recursos de tiempo-frecuencia ocupados en cualquiera de los dominios. Para transmisión msg-A PUSCH, las PRU se pueden reservar o asignar con base en la concesión dinámica. Cada PRU también se mapea a un conjunto de preámbulos de acceso aleatorio (también denominados secuencias de acceso aleatorio, secuencias RACH o preámbulos RACH). La figura 6 muestra un mapeo de ejemplo entre 16 preámbulos de acceso aleatorio y tres PRU.

20

25

30 Se han alcanzado los siguientes acuerdos en el grupo de trabajo 3GPP RAN1 (WG) en relación con el orden de mapeo entre el preámbulo y la PRU, que incluye la determinación de relación de mapeo:

- El orden de los preámbulos de acceso aleatorio msgA dentro de un período de asociación msgA es:
 - 35** o Primero, en orden creciente de índices de preámbulo dentro de una sola ocasión PRACH;

- o Segundo, en orden creciente de índices de recursos de frecuencia para ocasiones PRACH multiplexadas por frecuencia;
 - o Tercero, en orden creciente de índices de recursos de tiempo para ocasiones PRACH multiplexadas en el tiempo dentro de una ranura PRACH; y
 - 5** o Cuarto, en orden creciente de índices para ranuras PRACH.
 - Los preámbulos de acceso aleatorio se mapean a unidades de recursos PUSCH (PRU) válidas dentro de un período de asociación msgA en el siguiente orden:
 - o Primero, en orden creciente de índices de recursos de frecuencia para ocasiones PUSCH multiplexadas por frecuencia;
 - 10** o Segundo, en orden creciente de índices DMRS dentro de una sola ocasión PUSCH
 - Para índices DMRS de estudio adicional (FFS) para puertos y/o secuencias DMRS;
 - o Tercero, en orden creciente de índices de recursos de tiempo para ocasiones PUSCH multiplexadas en el tiempo dentro de una ranura PUSCH; y
 - o Cuarto, en orden creciente de índices para ranuras PUSCH, donde
 - 15** o Para múltiples configuraciones, el mapeo es entre las PRU bajo cada configuración msgA PUSCH y los preámbulos en el grupo de preámbulos correspondiente
 - Cada configuración msgA PUSCH puede identificar subconjuntos de combinación de puertos/secuencias DMRS
 - La relación de mapeo de preámbulo a PRU se selecciona hacia abajo de:
 - 20** o Alt 1: Un único valor por configuración, que se deriva implícitamente del número total de preámbulos válidos y PRU válidas en el período de patrón de asociación SSB a RO; o
 - o Alt 2: Un valor único por período de asociación SSB a RO, que se deriva implícitamente del número total de preámbulos válidos y PRU válidos en el período de asociación SSB a RO.
 - 25** o Es para estudio adicional (FFS) cómo manejar la parte fraccionaria de la relación de mapeo, si la hay.
 - o Es FFS cómo asegurarse de que se produzca una PRU válida después de su preámbulo correspondiente.
- Aun así, hay varios problemas y/o cuestiones con estas relaciones de mapeo
- 30** acordadas entre los preámbulos de acceso aleatorio y las PRU para msgA. Permítase que $N = (\text{número de preámbulos disponibles})/(\text{número de PRU disponibles})$ sea el número promedio de preámbulos de acceso aleatorio mapeados a cada PRU (también denominado “relación de mapeo”). Para $N > 1$, N debe ser un número entero de modo que el mismo número de preámbulos de acceso aleatorio se mapean a cada PRU de modo que se equilibra el mapeo de muchos a uno.
- 35** Dado que el preámbulo de acceso aleatorio (y por lo tanto la PRU asociada) se selecciona aleatoriamente por el UE, esta disposición producirá la misma probabilidad de colisión PUSCH para cada preámbulo de acceso aleatorio de modo que no se favorece ni se desfavorece ninguna

PRU.

Por el contrario, si la probabilidad de selección RACH es igual para el mapeo que se muestra en la figura 6, entonces la probabilidad de colisión PUSCH en PRU3 es ligeramente mayor que para PRU1 y PRU2, ya que PRU3 se asocia con un preámbulo de acceso aleatorio más.

- 5** Como tal, PRU3 se puede referir como una "PRU sobrecargada". Además, si se produce una retransmisión de msgA (es decir, para una recepción fallida) en la misma PRU, entonces la probabilidad de colisión de PUSCH puede no mejorar incluso con un incremento de potencia por parte del UE.

- 10** Los preámbulos de acceso aleatorio se pueden agrupar en secuencias CBRA y secuencias de acceso aleatorio libres de conflictos (CFRA). Aun así, la presente divulgación se enfoca en una disposición CBRA en la que el contenido msg-A PUSCH puede colisionar con el contenido msg-A PUSCH de otros UE.

- 15** Por consiguiente, optimizar el mapeo entre un conjunto dado de preámbulos de acceso aleatorio disponibles y un conjunto dado de PRU puede ser importante para el rendimiento de acceso aleatorio de red y UE. Una configuración equilibrada en la que la probabilidad de colisión PUSCH es igual para todos los preámbulos de acceso aleatorio disponibles puede ser deseable y/o necesaria. A menos que haya ortogonalidad entre todos los recursos PUSCH utilizados para msgA, existe una alta probabilidad de falla de decodificación PUSCH debido a la interferencia multiusuario (MUI) en recursos PUSCH superpuestos, no ortogonales y/o compartidos. De hecho,
- 20** la ortogonalidad de recursos puede no ser posible, particularmente si el número de UE es mucho mayor que el número de PRU.

- 25** La figura 7 muestra una gráfica que ilustra el efecto de mapeo no entero (o sesgado) en rendimiento de tasa de errores de bloques (BLER) para transmisiones PUSCH. El ejemplo que se muestra en la figura 7 se basa en cuatro UE, 16 preámbulos de acceso aleatorio, cuatro puertos DMRS, 12 PRB y cuatro ocasiones PUSCH (PO). Como tal, hay tres PRB por PO. La figura 7 muestra rendimiento de tasa de errores de bloques (BLER) PUSCH para tres casos diferentes, con SNR (eje horizontal) normalizada de modo que la energía promedio por símbolo OFDM es unidad.

- 30** Un primer caso es una disposición ortogonal en la que cada UE selecciona un PO única y un puerto DMRS único. Este caso, que es una referencia que se muestra como la inferior de las tres curvas, asume que el mapeo es fijo e independiente de la selección de preámbulo de acceso aleatorio. Se puede obtener una configuración equilibrada posible al tener cuatro preámbulos de acceso aleatorio por puerto DMRS y cuatro preámbulos de acceso aleatorio por PO.

- 35** Se puede obtener un desequilibrio en el mapeo de preámbulo a PRU de acceso aleatorio al sesgar el mapeo de puerto de preámbulo a DMRS de acceso aleatorio y/o el mapeo de preámbulo a PO de acceso aleatorio. Estos dos casos se muestran en las dos curvas superiores

en la figura 7. Como se puede ver, el rendimiento BLER se degrada si se sesga el mapeo. Además, en este ejemplo, la degradación con puertos DMRS sobrecargados (curva superior) es más grave que con PO sobrecargadas (curva media).

Por consiguiente, las modalidades de ejemplo de la presente divulgación proporcionan técnicas novedosas, flexibles y eficientes para determinar y/o definir ocasiones RACH (RO) y msgA PRU de modo que se pueda derivar una relación de mapeo para eliminar, reducir y/o equilibrar las colisiones entre los UE. Algunas modalidades también proporcionan técnicas para manejar desequilibrios entre RO y PRU de modo que se puede obtener una relación de mapeo entero (es decir, el mismo número de preámbulos de acceso aleatorio se mapean a cada PRU).

10 Cuando la colisión de PRU es inevitable, estas modalidades pueden reducir la probabilidad de colisión en una red asíncrona donde no hay retroalimentación para ayudar a la selección del UE de preámbulos de acceso aleatorio y PRU. Además, se puede obtener una disposición de mapeo equilibrada al asociar todas las PRU con un número igual (entero) de preámbulos de acceso aleatorio. En términos prácticos, estas mejoras pueden producir una

15 latencia reducida y un consumo de energía UE para intentos de acceso aleatorio mediante un procedimiento de dos pasos, así como una interferencia reducida en los recursos RACH y/o PUSCH.

Determinadas modalidades incluyen técnicas para determinar la definición de preámbulo/RO y la definición de msgA PO/PRU de modo que se pueda derivar una relación de mapeo de forma adaptativa. Otras modalidades incluyen técnicas para manejar recursos desequilibrados entre RO y PO de modo que se puede obtener una relación de mapeo entero. Estas diversas modalidades se analizan en más detalle más adelante.

En algunas modalidades, se pueden utilizar una o más de las siguientes reglas (por ejemplo, por la red o UE) para asegurar una relación de mapeo adecuada, correcta, aceptable y/o

25 adecuada. Por ejemplo, después de que se seleccionan las PO que se van a ocupar, algunas de las PO restantes al final del período de mapeo se invalidan de modo que no se utilizan para mapeo. Como un ejemplo más específico, con ocho PRU y 10 preámbulos, $N = (10 \text{ preámbulos}) / (8 \text{ PRU}) = 1.25 \text{ preámbulos/PRU}$, un valor no entero no deseado. Si los últimos dos preámbulos de acceso aleatorio durante el período de mapeo no se utilizan para mapeo, entonces $N = (8 \text{ preámbulos}) / (8$

30 $\text{PRU}) = 1 \text{ preámbulo/PRU}$, un valor entero deseable que proporciona una disposición equilibrada. Sin embargo, invalidar estos dos últimos preámbulos de acceso aleatorio puede incrementar la probabilidad de colisión para los ocho restantes, ya que más UE utilizarán cada preámbulo de acceso aleatorio.

De la misma manera, determinadas PRU se pueden invalidar de modo que no se

35 utilizan para mapeo, que da por resultado una relación de mapeo entero deseable. Por ejemplo, con ocho PRU y 12 preámbulos, las últimas dos PRU durante el período de mapeo no se utilizan, que da por resultado una relación de mapeo entero de $N = (12 \text{ preámbulos}) / (6 \text{ PRU}) = 2$

preámbulos/PRU. Sin embargo, eliminar las dos últimas PRU puede incrementar la probabilidad de colisión para las seis restantes, ya que más UE utilizarán cada PRU.

La desactivación, invalidación y/o no utilización de determinados preámbulos de acceso aleatorio y/o determinadas PRU para lograr una relación de mapeo deseada se puede realizar de diversas maneras. En algunas modalidades, se puede hacer a discreción del UE. En otras modalidades, se puede activar, desactivar y/o configurar por la red, por ejemplo, mediante SI de difusión y/o mediante señalización RRC específica de UE. En algunas modalidades, si la relación de mapeo no es entera de modo que ciertas PRU se sobrecargan, la red puede configurar una estrategia de programación en las PRU sobrecargadas a los UE, por ejemplo, a través de señalización RRC de difusión SI y/o específica de UE. En otras modalidades, esta estrategia de programación se puede preconfigurar, tal como mediante la inclusión en una especificación 3GPP relevante.

En algunas modalidades, los preámbulos de acceso aleatorio disponibles se pueden agrupar de modo que diferentes grupos pueden tener diferentes probabilidades de colisión. Por ejemplo, algunos de los preámbulos de acceso aleatorio desequilibrados asignados a un grupo separado. Como un ejemplo más específico, los preámbulos de acceso aleatorio disponibles se pueden agrupar en dos grupos, uno para CBRA y el otro para CFRA. Cualquier preámbulo de acceso aleatorio desequilibrado se puede colocar en el grupo CFRA cuando se asignan los preámbulos CBRA. Teniendo en cuenta 18 preámbulos de acceso aleatorio y ocho PRU, se pueden reservar dos preámbulos de acceso aleatorio para CFRA en tanto que 16 se asignan para que el CBRA produzca una relación de mapeo entero $N = 2$ deseable entre los preámbulos de acceso aleatorio y las PRU.

En otro ejemplo, la red puede asignar los preámbulos de acceso aleatorio desequilibrados para el procedimiento de acceso aleatorio de cuatro pasos heredado en lugar del procedimiento de acceso aleatorio de dos pasos, en caso de que los dos procedimientos compartan RO. En este ejemplo, un grupo de preámbulos puede ser para el procedimiento de acceso aleatorio de cuatro pasos, otro grupo para el procedimiento de acceso aleatorio de dos pasos.

En otro ejemplo, se puede definir un conjunto de grupos de preámbulo de acceso aleatorio, con uno de los grupos asociados con PRU desequilibradas. La selección UE de los preámbulos de acceso aleatorio de este grupo (y la PO asociada) se puede determinar con base en uno o más de los siguientes:

- Si una medición de un RS (por ejemplo, RSRP, RSRQ) es mayor que un umbral dado;
- Tamaño y/o prioridad de la carga útil PUSCH;
- Si se permite el salto de frecuencia de msgA PUSCH; y/o

- Estado UE RRC– Para reducir la probabilidad de colisión para un UE en estado RRC_CONNECTED, un grupo de preámbulos/PRU se puede señalar al UE con base en el número de preámbulos msgA/PUSCH en cada grupo detectado por la red. Para los UE en los estados RRC_INACTIVE y RRC_CONNECTED, C-RNTI ya está disponible y se puede usar por el UE para codificar msg-B.

En algunas modalidades, para reducir la probabilidad de colisión, las PO (o PRU) se pueden agrupar (por ejemplo, con base en una configuración PUSCH) con un grupo reservado para eventos específicos. Como ejemplo, se pueden definir los grupos A y B, donde el grupo A tiene una mayor probabilidad de colisión y el grupo B tiene una menor probabilidad de colisión.

Las PO de grupo B se pueden reservar para selección por los UE que experimentan una mala calidad de señal (por ejemplo, peor que algún valor umbral como se determina mediante medición UE de un DL RS).

En algunas modalidades, el número de PRB/subportadoras dentro de una PO se puede modificar y/o adaptar como sea necesario para reducir la probabilidad de colisión. Por ejemplo, un UE puede utilizar solo un subconjunto de subportadoras dentro del número disponible de subportadoras. Las subportadoras no utilizadas se pueden usar como banda de guarda.

En algunas modalidades, se pueden emplear diversas técnicas de procesamiento UE para reducir la probabilidad de colisión para transmisiones msgA PUSCH. Estos incluyen cualquiera de los siguientes:

- Preprocesamiento PUSCH de banda base UE, por ejemplo, separación espacial de msgA PUSCH de alta prioridad por filtros espaciales específicos de UE, códigos de aleatorización específicos de UE (nivel de bits y/o símbolos), etc.

- Niveles de potencia de transmisión UE inferiores en PRU sobrecargadas, que posiblemente no incluyan aumento en rampa de potencia y/o ninguna retransmisión en estas PRU.

- Salto de frecuencia – la relación relativa entre el número de recursos de preámbulo msgA y los recursos msgA PUSCH se puede determinar con base en si el salto de frecuencia se activa para msgA PUSCH. Por ejemplo, cuando se activa FH, se puede configurar una relación de mapeo inferior para reducir la interferencia entre saltos de diferentes PO en los mismos PRB pero temporización diferente.

Como se analizó anteriormente, en diversas modalidades, se puede definir un conjunto de grupos de preámbulos de acceso aleatorio y/o un conjunto de grupos PRU. Cuando el número de grupos de preámbulo de acceso aleatorio es diferente del número de grupos PRU (es decir, están desequilibrados), se puede mapear un grupo de preámbulo de acceso aleatorio a múltiples grupos PRU (es decir, un mapeo de muchos a uno). En este caso, si la red detecta un preámbulo de acceso aleatorio de ese grupo de preámbulo de acceso aleatorio, tendrá que decodificar varias PRU diferentes. Por consiguiente, varias modalidades que abordan problemas resultantes de desequilibrios entre grupos de preámbulos de acceso aleatorio y grupos de PRU se analizan más

adelante.

En algunas modalidades, se requiere un mapeo de uno a uno entre los grupos de preámbulos de acceso aleatorio y los grupos PRU (es decir, el número de grupos de preámbulos de acceso aleatorio es el mismo que el número de grupos PRU). En algunas de estas modalidades, se puede introducir un ID de grupo para realizar el mapeo entre los grupos de preámbulos de acceso aleatorio y los grupos PRU. En otra de estas modalidades, determinados grupos de preámbulos de acceso aleatorio se pueden restringir para que se utilicen por UE en determinados estados RRC, de modo que existe un mapeo de uno a uno entre el mapeo entre los grupos de preámbulos de acceso aleatorio y los grupos PRU para los UE en esos estados RRC.

Como ejemplo de estas modalidades, se pueden definir cuatro grupos de preámbulos de acceso aleatorio, con dos restringidos a UE en estados RRC_IDLE y RRC_INACTIVE y los otros dos restringidos a UE en estado RRC_CONNECTED. Si solo se definen dos grupos PRU y son utilizables en todos los estados RRC, entonces puede haber un mapeo uno a uno entre los grupos de preámbulos de acceso aleatorio y los grupos PRU para UE en los estados RRC_IDLE y RRC_INACTIVE, y un mapeo uno a uno entre los grupos de preámbulos de acceso aleatorio y los grupos PRU para UE en el estado RRC_CONNECTED. Alternativamente, si se definen cuatro grupos PRU, entonces dos se pueden restringir a los estados RRC_IDLE y RRC_INACTIVE para proporcionar un mapeo de uno a uno para los UE en los estados RRC_IDLE y RRC_INACTIVE. Del mismo modo, los otros dos grupos PRU se pueden restringir al estado RRC_CONNECTED para proporcionar un mapeo de uno a uno entre los grupos de preámbulos de acceso aleatorio y los grupos PRU para los UE en el estado RRC_CONNECTED.

En otras modalidades, el mapeo entre los grupos de preámbulos de acceso aleatorio y los grupos PRU puede ser de uno a uno, de muchos a uno o de uno a muchos. Por ejemplo, si el mapeo es uno a muchos, el UE puede elegir uno de los diversos grupos PRU mapeados a un grupo de preámbulos de acceso aleatorio particular con base en el estado RRC del UE, y la red puede decodificar ciegamente PUSCH en los diversos grupos PRU de acuerdo con el estado RRC conocido del UE.

Como otro ejemplo, si el mapeo es de muchos a uno, el UE puede seleccionar uno de los grupos de preámbulo de acceso aleatorio con base en el estado RRC del UE (o cualquier otra propiedad que distinga los grupos respectivos, tal como calidad de señal DL), y seleccionar un preámbulo de acceso aleatorio dentro del grupo seleccionado (por ejemplo, aleatoriamente). La red puede determinar el grupo PRU que porta el mensaje PUSCH con base en el mapeo del preámbulo de acceso aleatorio detectado.

Las modalidades descritas anteriormente se pueden ilustrar adicionalmente con referencia a las figuras 8-9, que representan métodos de ejemplo (por ejemplo, procedimientos) para un UE y un nodo de red, respectivamente. Dicho de otra manera, diversas características de las operaciones descritas más adelante corresponden a diversas modalidades descritas

anteriormente. Además, los métodos de ejemplo mostrados en las figuras 8-9 se pueden usar de forma cooperativa para proporcionar varios beneficios y/o ventajas ejemplares, incluidos aquellos descritos en la presente. Aunque las figuras 8-9 muestran bloques específicos en órdenes particulares, las operaciones de los métodos de ejemplo se pueden realizar en diferentes órdenes que se muestran y se pueden combinar y/o dividir en bloques que tienen diferentes funcionalidades que se muestran. Los bloques u operaciones opcionales se indican mediante líneas punteadas.

En particular, la figura 8 muestra un diagrama de flujo de un método de ejemplo (por ejemplo, procedimiento) para acceso aleatorio de equipo de usuario (UE) a una celda en una red inalámbrica, de acuerdo con varias modalidades de ejemplo de la presente divulgación. El método de ejemplo que se muestra en la figura 8 se puede realizar por un UE (*por ejemplo*, dispositivo inalámbrico, dispositivo MTC, dispositivo NB-IoT, *etc.* o componente del mismo) que opera en la red inalámbrica (*por ejemplo*, E-UTRAN, NG-RAN, *etc.*), tal como los UE descritos en otra parte de la presente.

El método de ejemplo puede incluir las operaciones del bloque 810, en las que el UE puede seleccionar uno de una pluralidad de preámbulos de acceso aleatorio disponibles. El método de ejemplo puede incluir las operaciones del bloque 820, en las que el UE puede mapear el preámbulo de acceso aleatorio seleccionado a una de una pluralidad de unidades de recursos de canales físicos compartidos de enlace ascendente (PUSCH) (PRU) disponibles con base en una restricción de mapeo. La restricción de mapeo incluye que una o más de las PRU disponibles no se utilizan para el mapeo, y que un número entero de los preámbulos de acceso aleatorio disponibles se mapean a cada una de las PRU disponibles que se utilizan para el mapeo. Se analizaron varios ejemplos anteriormente de estas limitaciones de mapeo.

El método de ejemplo también puede incluir las operaciones del bloque 830, en las que el UE puede transmitir el preámbulo de acceso aleatorio seleccionado en un canal de acceso aleatorio (RACH). El método de ejemplo también puede incluir las operaciones del bloque 840, en las que el UE puede transmitir un mensaje de datos en la PRU mapeada al preámbulo de acceso aleatorio seleccionado.

En algunas modalidades, los preámbulos de acceso aleatorio disponibles se pueden disponer en una pluralidad de primeros grupos y las PRU disponibles se pueden disponer en una pluralidad de segundos grupos. En estas modalidades, la restricción de mapeo puede incluir un mapeo de uno a uno entre los primeros grupos y los segundos grupos (*por ejemplo*, primeros grupos respectivos mapeados a segundos grupos respectivos). En algunas de estas modalidades, las operaciones de selección del bloque 810 pueden incluir las operaciones de los subbloques 811-812. En el subbloque 811, el UE puede seleccionar uno de los primeros grupos con base en la medición UE de la calidad de la señal de enlace descendente (*por ejemplo*, para DL RS). En el subbloque 812, el UE puede seleccionar aleatoriamente un preámbulo de acceso aleatorio del primer grupo seleccionado.

En algunas modalidades, la restricción de mapeo se puede asociar con un período de mapeo. Por ejemplo, el período de mapeo puede ser un período de asociación msgA o un período de patrón de asociación msgA. Además, durante el período de mapeo, las PRU disponibles que no se utilizan para el mapeo se presentan después de las PRU disponibles que se utilizan para el mapeo (por ejemplo, al final del período de mapeo, como se analizó anteriormente).

5

En algunas modalidades, al menos uno de los siguientes depende de si el salto de frecuencia está activado para el PUSCH: un número de las PRU disponibles que no se utilizan para el mapeo; y el número entero de los preámbulos de acceso aleatorio disponibles mapeados a cada una de las PRU disponibles que se utilizan para el mapeo. De esta manera, se pueden emplear diferentes relaciones de mapeo dependiendo de si el salto de frecuencia está activado en el PUSCH.

10

En algunas modalidades, el mensaje de datos se puede transmitir (por ejemplo, en el bloque 840) en la PRU asociada con el preámbulo de acceso aleatorio seleccionado usando uno o más de los siguientes: un nivel de potencia de transmisión inferior con respecto a los niveles de potencia de transmisión para otras PRU disponibles; un filtro espacial específico de UE; y un código de aleatorización específico de UE.

15

En algunas modalidades, el mensaje de datos se puede transmitir (por ejemplo, en el bloque 840) en la PRU asociada con el preámbulo de acceso aleatorio seleccionado sin recibir una respuesta, de la red inalámbrica, a la transmisión del preámbulo de acceso aleatorio seleccionado. De esta manera, el UE puede realizar el procedimiento de acceso aleatorio de dos pasos en lugar del procedimiento de acceso aleatorio de cuatro pasos convencional.

20

Además, la figura 9 muestra un diagrama de flujo de un método de ejemplo (por ejemplo, procedimiento) para facilitar acceso aleatorio de equipo de usuario (UE) a una celda en una red inalámbrica, de acuerdo con varias modalidades de ejemplo de la presente divulgación. El método de ejemplo que se muestra en la figura 9 se puede realizar por un nodo de red (por ejemplo, estación base, eNB, gNB, etc. o componente del mismo) que atiende a la celda en una red inalámbrica (por ejemplo, E-UTRAN, NG-RAN, etc. o cualquier red de acceso de radio que soporte un procedimiento de acceso aleatorio similar al procedimiento de dos pasos especificado en 3GPP para NR), tal como los nodos de red descritos en otra parte en la presente.

25

El método de ejemplo también puede incluir las operaciones del bloque 910, en las que el nodo de red puede detectar un preámbulo de acceso aleatorio transmitido por un UE en un canal de acceso aleatorio (RACH) en la celda. El método de ejemplo también puede incluir las operaciones del bloque 920, en las que el nodo de red puede mapear el preámbulo de acceso aleatorio detectado a una de una pluralidad de unidades de recursos de canales físicos compartidos de enlace ascendente (PUSCH) (PRU) disponibles con base en una restricción de mapeo. La restricción de mapeo incluye que una o más de las PRU disponibles no se utilizan para el mapeo, y que un número entero de los preámbulos de acceso aleatorio disponibles se mapean

30

35

a cada una de las PRU disponibles que se utilizan para el mapeo. Se analizaron varios ejemplos anteriormente de estas limitaciones de mapeo. El método de ejemplo también puede incluir las operaciones del bloque 930, en las que el nodo de red puede recibir un mensaje de datos transmitido por el UE en la PRU mapeada al preámbulo de acceso aleatorio detectado.

5 En algunas modalidades, los preámbulos de acceso aleatorio disponibles se pueden disponer en una pluralidad de primeros grupos y las PRU disponibles se pueden disponer en una pluralidad de segundos grupos. En estas modalidades, la restricción de mapeo puede incluir un mapeo de uno a uno entre los primeros grupos y los segundos grupos (por ejemplo, primeros grupos respectivos mapeados a segundos grupos respectivos). En algunas de estas modalidades, **10** el preámbulo de acceso aleatorio detectado es de uno particular de los primeros grupos que se asocia con una calidad de señal de enlace descendente particular medida por el UE (por ejemplo, para DL RS).

En algunas modalidades, la restricción de mapeo se puede asociar con un período de mapeo (por ejemplo, período de asociación msgA o período de patrón de asociación msgA). **15** Además, durante el período de mapeo, las PRU disponibles que no se utilizan para el mapeo se presentan después de las PRU disponibles que se utilizan para el mapeo (por ejemplo, al final del período de mapeo, como se analizó anteriormente).

En algunas modalidades, al menos uno de los siguientes depende de si el salto de frecuencia está activado para el PUSCH: un número de las PRU disponibles que no se utilizan **20** para el mapeo; y el número entero de los preámbulos de acceso aleatorio disponibles mapeados a cada una de las PRU disponibles que se utilizan para el mapeo. De esta manera, se pueden emplear diferentes relaciones de mapeo dependiendo de si el salto de frecuencia está activado en el PUSCH.

En algunas modalidades, el mensaje de datos se puede recibir (por ejemplo, en el **25** bloque 930) en la PRU asociada con el preámbulo de acceso aleatorio detectado usando uno o más de los siguientes: un nivel de potencia inferior con respecto a los niveles de potencia para otras PRU disponibles; un filtro espacial específico de UE; y un código de aleatorización específico de UE.

En algunas modalidades, el mensaje de datos se puede recibir (por ejemplo, en el **30** bloque 930) en la PRU asociada con el preámbulo de acceso aleatorio detectado sin transmitir, al UE, una respuesta al preámbulo de acceso aleatorio detectado. De esta manera, la red puede facilitar el procedimiento de acceso aleatorio de dos pasos del UE en lugar de un procedimiento de acceso aleatorio de cuatro pasos convencional.

Aunque varias modalidades se describen anteriormente en la presente en términos de **35** métodos, aparatos, dispositivos, medios legibles por computadora y receptores, el experto en la técnica comprenderá fácilmente que estos métodos se pueden incorporar mediante diversas combinaciones de hardware y software en diversos sistemas, dispositivos de comunicación,

dispositivos informáticos, dispositivos de control, aparatos, medios legibles por computadora no transitorios, etc.

La figura 10 muestra una vista de alto nivel de una arquitectura de red 5G de ejemplo, que incluye una red de acceso de radio de próxima generación (NG-RAN) 1099 y un núcleo 5G (5GC) 1098. Como se muestra en la figura, NG-RAN 1099 puede incluir gNB 1010 (*por ejemplo*, 1010a,b) y ng-eNB 1020 (*por ejemplo*, 1020a,b) que se interconectan entre sí a través de interfaces Xn respectivas. Los gNB y ng-eNB también se conectan a través de las interfaces NG a 5GC 1098, más específicamente a la AMF (Función de Gestión de Acceso y Movilidad) 1030 (*por ejemplo*, AMF 1030a,b) a través de interfaces NG-C respectivas y a la UPF (Función de Plano de Usuario) 1040 (*por ejemplo*, UPF 1040a,b) a través de interfaces NG-U respectivas. Además, las AMF 1030a,b se pueden comunicar con una o más funciones de gestión de sesión (SMF, *por ejemplo*, SMF 1050a,b) y funciones de exposición de red (NEF, *por ejemplo*, NEF 1060a,b).

Cada uno de los gNB 1010 puede soportar la interfaz de radio NR que incluye duplexación por división de frecuencia (FDD), duplexación por división de tiempo (TDD) o una combinación de las mismas. Por el contrario, cada uno de los ng-eNB 1020 puede soportar la interfaz de radio LTE pero, a diferencia de los eNB LTE convencionales (tal como se muestra en la figura 1), se conectan al 5GC a través de la interfaz NG. Cada uno de los gNB y ng-eNB puede atender un área de cobertura geográfica que incluye una o más celdas, que incluyen celdas 1011a-b y 1021a-b que se muestran como ejemplo en la figura 10. Los gNB y ng-eNB también pueden utilizar varios haces direccionales para proporcionar cobertura en las celdas respectivas. Dependiendo de la celda particular en la que se encuentra, un UE 1005 se puede comunicar con el gNB o ng-eNB que atiende a esa celda particular a través de la interfaz de radio NR o LTE, respectivamente.

Cada uno de los gNB 1010a,b puede incluir y/o estar asociado con una pluralidad de puntos de recepción de transmisión (TRP). Cada TRP es típicamente un arreglo de antenas con uno o más elementos de antena y se encuentra en una ubicación geográfica específica. De esta manera, un gNB asociado con múltiples TRP puede transmitir las mismas o diferentes señales de cada uno de los TRP. Por ejemplo, un gNB puede transmitir una versión diferente de la misma señal en múltiples TRP a un único UE. Cada uno de los TRP también puede emplear haces para transmisión y recepción hacia los UE atendidos por el gNB, como se analizó anteriormente.

Cada uno de los gNB 1010a,b que se muestran en la figura 10 puede incluir una unidad central (o centralizada) (CU o gNB-CU) y una o más unidades distribuidas (o descentralizadas) (DU o gNB-DU). Las CU son nodos lógicos que alojan protocolos de capa superior y realizan diversas funciones gNB, tal como controlar la operación de las DU. Del mismo modo, las DU son nodos lógicos que alojan protocolos de capa inferior y pueden incluir varios subconjuntos de las funciones gNB, dependiendo de la división funcional. Como tal, cada una de las CU y DU puede incluir varias circuiterías necesarias para realizar sus respectivas funciones, que incluyen

circuitería de procesamiento, circuitería de transceptor (por ejemplo, para comunicación) y circuitería de suministro de energía. Una CU se conecta a sus DU a través de las interfaces lógicas F1 respectivas.

La figura 11 muestra un diagrama de bloques de un dispositivo inalámbrico o equipo de usuario (UE) de ejemplo 1100 (en lo sucesivo denominado "UE 1100") de acuerdo con varias modalidades de la presente divulgación, que incluyen aquellas descritas anteriormente con referencia a otras figuras. Por ejemplo, el UE 1100 se puede configurar mediante la ejecución de instrucciones, almacenadas en un medio legible por computadora, para realizar operaciones correspondientes a uno o más de los métodos y/o procedimientos de ejemplo descritos anteriormente.

El UE 1100 puede incluir un procesador 1110 (también denominado "circuitería de procesamiento") que se puede conectar de forma operativa a una memoria de programa 1120 y/o una memoria de datos 1170 a través de un bus 1170 que puede comprender buses datos y de dirección paralelos, puertos serie u otros métodos y/o estructuras conocidas por aquellos expertos en la técnica. La memoria de programa 1120 puede almacenar código de software, programas y/o instrucciones (que se muestran colectivamente como producto de programa de computadora 1121 en la figura 11) que, cuando se ejecutan por el procesador 1110, pueden configurar y/o facilitar que el UE 1100 realice diversas operaciones, que incluyen operaciones descritas más adelante. Por ejemplo, la ejecución de estas instrucciones puede configurar y/o facilitar que el UE 1100 se comunique usando uno o más protocolos de comunicación alámbrica o inalámbrica, que incluyen uno o más protocolos de comunicación inalámbrica estandarizados por 3GPP, 3GPP2 o IEEE, tal como aquellos comúnmente conocidos como 5G/NR, LTE, LTE-A, UMTS, HSPA, GSM, GPRS, EDGE, 1xRTT, CDMA2000, 802.11 WiFi, HDMI, USB, Firewire, etc., o cualquier otro protocolo actual o futuro que se pueda utilizar junto con el transceptor de radio 1140, interfaz de usuario 1150 y/o interfaz de control 1160.

Como otro ejemplo, el procesador 1110 puede ejecutar código de programa almacenado en la memoria de programa 1120 que corresponde a protocolos de capa MAC, RLC, PDCP y RRC normalizados por 3GPP (*por ejemplo*, para NR y/o LTE). Como un ejemplo adicional, el procesador 1110 puede ejecutar código de programa almacenado en la memoria de programa 1120 que, junto con el transceptor de radio 1140, implementa los protocolos de capa PHY correspondientes, tal como Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal (OFDM), Acceso Múltiple por División de Frecuencia Ortogonal (OFDMA) y Acceso Múltiple por División de Frecuencia de Portadora Única (SC-FDMA). Como otro ejemplo, el procesador 1110 puede ejecutar código de programa almacenado en la memoria de programa 1120 que, junto con el transceptor de radio 1140, implementa comunicaciones de dispositivo a dispositivo (D2D) con otros dispositivos y/o UE compatibles.

La memoria de programa 1120 también puede incluir código de software ejecutado por

el procesador 1110 para controlar las funciones del UE 1100, que incluye configurar y controlar varios componentes tal como el transceptor de radio 1140, la interfaz de usuario 1150 y/o la interfaz de anfitrión 1160. La memoria de programa 1120 también puede comprender uno o más programas de aplicación y/o módulos que comprenden instrucciones ejecutables por computadora

5 que incorporan cualquiera de los métodos y/o procedimientos de ejemplo descritos en la presente.

Este código de software se puede especificar o escribir usando cualquier lenguaje de programación desarrollado conocido o futuro, tal como, *por ejemplo*, Java, C++, C, Objective C, HTML, XHTML, código de máquina y Ensamblador, siempre y cuando se conserve la funcionalidad deseada, *por ejemplo*, tal como se define en los pasos de método implementado. Además, o como

10 una alternativa, la memoria de programa 1120 puede comprender un arreglo de almacenamiento externo (no mostrado) remoto del UE 1100, desde el cual se pueden descargar las instrucciones en la memoria de programa 1120 ubicada dentro o acoplada de forma extraíble al UE 1100, para permitir la ejecución de estas instrucciones.

La memoria de datos 1170 puede incluir un área de memoria para el procesador 1110

15 para almacenar variables utilizadas en protocolos, configuración, control y otras funciones del UE 1100, que incluyen operaciones correspondientes a, o que comprenden, cualquiera de los métodos y/o procedimientos de ejemplo descritos en la presente. Además, la memoria de programa 1120 y/o la memoria de datos 1170 pueden incluir memoria no volátil (*por ejemplo*, memoria flash), memoria volátil (*por ejemplo*, RAM estática o dinámica), o una combinación de las mismas.

20 Además, la memoria de datos 1170 puede comprender una ranura de memoria mediante la cual se pueden insertar y retirar tarjetas de memoria extraíbles en uno o más formatos (*por ejemplo*, tarjeta SD, memoria USB, CompactFlash, etc.).

Los expertos en la técnica reconocerán que el procesador 1110 puede incluir múltiples procesadores individuales (que incluyen, *por ejemplo*, procesadores de múltiples núcleos), cada

25 uno de los cuales implementa una porción de la funcionalidad descrita anteriormente. En estos casos, múltiples procesadores individuales se pueden conectar comúnmente a la memoria de programa 1120 y memoria de datos 1170 o se pueden conectar individualmente a múltiples memorias de programa individuales y/o memorias de datos. Más en general, los expertos en la técnica reconocerán que se pueden implementar varios protocolos y otras funciones del UE 1100

30 en muchos arreglos informáticos diferentes que comprenden diferentes combinaciones de hardware y software que incluyen, pero no se limitan a, procesadores de aplicación, procesadores de señales, procesadores de propósito general, procesadores de múltiples núcleos, ASIC, circuitería digital fija y/o programable, circuitería de banda base analógica, circuitería de radiofrecuencia, software, firmware y programa intermedio.

35 El transceptor de radio 1140 puede incluir una funcionalidad de transmisor y/o receptor de radiofrecuencia que facilita que el UE 1100 se comunique con otros equipos que soportan normas y/o protocolos de comunicación inalámbrica. En algunas modalidades de ejemplo, el

transceptor de radio 1140 incluye uno o más transmisores y uno o más receptores que permiten que el UE 1100 se comunique de acuerdo con diversos protocolos y/o métodos propuestos para normalización por 3GPP y/u otros organismos de normas. Por ejemplo, esta funcionalidad puede operar de forma cooperativa con el procesador 1110 para implementar una capa PHY basada en tecnologías OFDM, OFDMA y/o SC-FDMA, tal como se describe en la presente con respecto a otras figuras.

En algunas modalidades de ejemplo, el transceptor de radio 1140 incluye uno o más transmisores y uno o más receptores que pueden facilitar que el UE 1100 se comunique con diversas redes LTE, LTE-Avanzado (LTE-A) y/o NR de acuerdo con las normas promulgadas por 3GPP. En algunas modalidades de ejemplo de la presente divulgación, el transceptor de radio 1140 incluye circuitería, firmware, *etc.* necesarios para que el UE 1100 se comunique con varias redes NR, NR-U, LTE, LTE-A, LTE-LAA, UMTS y/o GSM/EDGE, también de acuerdo con las normas 3GPP. En algunas modalidades, el transceptor de radio 1140 puede incluir circuitería que soportan comunicaciones D2D entre el UE 1100 y otros dispositivos compatibles.

En algunas modalidades, el transceptor de radio 1140 incluye circuitería, firmware, *etc.* necesarios para que el UE 1100 se comunique con diversas redes CDMA2000, de acuerdo con las normas 3GPP2. En algunas modalidades, el transceptor de radio 1140 puede ser capaz de comunicarse usando tecnologías de radio que operan en bandas de frecuencia sin licencia, tal como IEEE 802.11 WiFi que opera usando frecuencias en las regiones de 2.4, 5.6, 6 y/o 60 GHz. En algunas modalidades, el transceptor de radio 1140 puede incluir un transceptor que es capaz de comunicación alámbrica, tal como al usar tecnología Ethernet IEEE 802.3. La funcionalidad particular de cada una de estas modalidades se puede acoplar con y/o controlar mediante otra circuitería en el UE 1100, tal como el procesador 1110 que ejecuta código de programa almacenado en la memoria de programa 1120 junto con, y/o soportado por, la memoria de datos 1170.

La interfaz de usuario 1150 puede tomar diversas formas dependiendo de la modalidad particular del UE 1100, o puede estar ausente del UE 1100 por completo. En algunas modalidades, la interfaz de usuario 1150 puede comprender un micrófono, un altavoz, botones deslizables, botones presionables, una pantalla, una pantalla táctil, un teclado mecánico o virtual, un teclado mecánico o virtual y/o cualquier otra característica de interfaz de usuario que se encuentre comúnmente en teléfonos móviles. En otras modalidades, el UE 1100 puede comprender un dispositivo informático de tableta que incluye una pantalla táctil más grande. En tales modalidades, una o más de las características mecánicas de la interfaz de usuario 1150 se pueden reemplazar por características de interfaz de usuario virtual comparables o funcionalmente equivalentes (*por ejemplo*, teclado numérico virtual, botones virtuales, *etc.*) implementadas usando la pantalla táctil, como es familiar para personas expertas en la técnica. En otras modalidades, el UE 1100 puede ser un dispositivo informático digital, tal como una computadora portátil, computadora de escritorio,

estación de trabajo, etc. que comprende un teclado mecánico que se puede integrar, separar o separar dependiendo de la modalidad de ejemplo particular. Este dispositivo informático digital también puede comprender una pantalla táctil. Muchas modalidades de ejemplo del UE 1100 que tienen una pantalla táctil son capaces de recibir entradas de usuario, tal como entradas relacionadas con métodos y/o procedimientos de ejemplo descritos en la presente o conocidos de otro modo por personas expertas en la técnica.

En algunas modalidades, el UE 1100 puede incluir un sensor de orientación, que se puede usar de diversas maneras mediante características y funciones del UE 1100. Por ejemplo, el UE 1100 puede utilizar salidas del sensor de orientación para determinar cuándo un usuario ha cambiado la orientación física de la pantalla táctil del UE 1100. Una señal de indicación del sensor de orientación puede estar disponible para cualquier programa de aplicación que se ejecuta en el UE 1100, de modo que un programa de aplicación puede cambiar la orientación de una pantalla (por ejemplo, de retrato a paisaje) automáticamente cuando la señal de indicación indica un cambio aproximado de 90 grados en la orientación física del dispositivo. De esta manera de ejemplo, el programa de aplicación puede mantener la visualización de pantalla de una manera que sea legible por el usuario, independientemente de la orientación física del dispositivo. Además, la salida del sensor de orientación se puede usar junto con varias modalidades de ejemplo de la presente divulgación.

Una interfaz de control 1160 del UE 1100 puede tomar diversas formas dependiendo de la modalidad de ejemplo particular del UE 1100 y de los requisitos de interfaz particulares de otros dispositivos con los que se pretende que el UE 1100 se comunique y/o controle. Por ejemplo, la interfaz de control 1160 puede comprender una interfaz RS-232, una interfaz RS-4115, una interfaz USB, una interfaz HDMI, una interfaz Bluetooth, una interfaz IEEE ("Firewire"), una interfaz I²C, una interfaz PCMCIA, o similares. En algunas modalidades de ejemplo de la presente divulgación, la interfaz de control 1160 puede comprender una interfaz Ethernet IEEE 802.3 tal como se describió anteriormente. En algunas modalidades de ejemplo de la presente divulgación, la interfaz de control 1160 puede comprender circuitería de interfaz analógica que incluye, por ejemplo, uno o más convertidores digital a analógico (D/A) y/o analógico a digital (A/D).

Los expertos en la técnica pueden reconocer que la lista anterior de características, interfaces y normas de comunicación de radiofrecuencia es meramente de ejemplo, y no limita al alcance de la presente divulgación. En otras palabras, el UE 1100 puede comprender más funcionalidad que la que se muestra en la figura 11 que incluye, por ejemplo, una cámara de video y/o imagen fija, micrófono, reproductor de medios y/o grabadora, etc. Además, el transceptor de radio 1140 puede incluir circuitería necesaria para comunicarse usando normas de comunicación de radiofrecuencia adicionales que incluyen Bluetooth, GPS y/u otros. Además, el procesador 1110 puede ejecutar código de software almacenado en la memoria de programa 1120 para controlar esta funcionalidad adicional. Por ejemplo, la velocidad direccional y/o las estimaciones de posición

emitidas desde un receptor GPS pueden estar disponibles para cualquier programa de aplicación que se ejecute en el UE 1100, que incluye varios métodos de ejemplo y/o medios legibles por computadora de acuerdo con varias modalidades de ejemplo de la presente divulgación.

La figura 12 muestra un diagrama de bloques de un nodo de red de ejemplo 1200 de acuerdo con varias modalidades de la presente divulgación, que incluyen las descritas anteriormente con referencia a otras figuras. Por ejemplo, el nodo de red de ejemplo 1200 se puede configurar mediante la ejecución de instrucciones, almacenadas en un medio legible por computadora, para realizar operaciones correspondientes a uno o más de los métodos y/o procedimientos de ejemplo descritos anteriormente. En algunas modalidades de ejemplo, el nodo de red 1200 puede comprender una estación base, eNB, gNB o uno o más componentes de los mismos. Por ejemplo, el nodo de red 1200 se puede configurar como una unidad central (CU) y una o más unidades distribuidas (DU) de acuerdo con arquitecturas NR gNB especificadas por 3GPP. Más generalmente, la funcionalidad del nodo de red 1200 se puede distribuir a través de varios dispositivos físicos y/o unidades funcionales, módulos, etc.

El nodo de red 1200 puede incluir el procesador 1210 (también denominado “circuitería de procesamiento”) que se conecta de forma operativa a la memoria de programa 1220 y la memoria de datos 1230 a través del bus 1270, que puede incluir buses datos y de dirección paralelos, puertos serie u otros métodos y/o estructuras conocidas por aquellos expertos en la técnica.

La memoria de programa 1220 puede almacenar código de software, programas y/o instrucciones (que se muestran colectivamente como producto de programa de computadora 1221 en la figura 12) que, cuando se ejecutan por el procesador 1210, pueden configurar y/o facilitar que el nodo de red 1200 realice diversas operaciones. Por ejemplo, la ejecución de estas instrucciones almacenadas puede configurar el nodo de red 1200 para comunicarse con uno o más dispositivos adicionales utilizando protocolos de acuerdo con diversas modalidades de la presente divulgación, que incluyen uno o más métodos y/o procedimientos de ejemplo analizados anteriormente. La memoria de programa 1220 también puede comprender código de software ejecutado por el procesador 1210 que puede facilitar y configurar específicamente el nodo de red 1200 para comunicarse con uno o más dispositivos adicionales usando otros protocolos o capas de protocolo, tal como uno o más de los protocolos de capa PHY, MAC, RLC, PDCP y RRC normalizados por 3GPP para LTE, LTE-A y/o NR, o cualquier otro protocolo de capa superior utilizado junto con la interfaz de red de radio 1240 y la interfaz de red central 1250. A manera de ejemplo y sin limitación, la interfaz de red central 1250 puede comprender la interfaz S1 y la interfaz de red de radio 1240 puede comprender la interfaz Uu, como se normaliza por 3GPP. La memoria de programa 1220 puede comprender además código de software ejecutado por el procesador 1210 para controlar las funciones del nodo de red 1200, que incluye configurar y controlar varios componentes tal como la interfaz de red de radio 1240 y la interfaz de red central 1250.

La memoria de datos 1230 puede comprender un área de memoria para el procesador 1210 para almacenar variables utilizadas en protocolos, configuración, control y otras funciones del nodo de red 1200. Como tal, la memoria de programa 1220 y la memoria de datos 1230 pueden comprender memoria no volátil (*por ejemplo*, memoria flash, disco duro, *etc.*), memoria volátil (*por ejemplo*, RAM estática o dinámica), almacenamiento basado en red (*por ejemplo*, "nube"), o una combinación de las mismas. Los expertos en la técnica reconocerán que el procesador 1210 puede incluir múltiples procesadores individuales (no se muestran), cada uno de los cuales implementa una porción de la funcionalidad descrita anteriormente. En este caso, múltiples procesadores individuales se pueden conectar comúnmente a la memoria de programa 1220 y memoria de datos 1230 o se pueden conectar individualmente a múltiples memorias de programa individuales y/o memorias de datos. Más en general, los expertos en la técnica reconocerán que se pueden implementar varios protocolos y otras funciones del nodo de red 1200 en muchas combinaciones diferentes de hardware y software que incluyen, pero no se limitan a, procesadores de aplicación, procesadores de señales, procesadores de propósito general, procesadores de múltiples núcleos, ASIC, circuitería digital fija, circuitería digital programable, circuitería de banda base analógica, circuitería de radiofrecuencia, software, firmware y programa intermedio.

La interfaz de red de radio 1240 puede comprender transmisores, receptores, procesadores de señales, ASIC, antenas, unidades de conformación de haz y otra circuitería que permiten que el nodo de red 1200 se comuniquen con otros equipos tal como, en algunas modalidades, una pluralidad de equipos de usuario (UE) compatibles. En algunas modalidades, la interfaz 1240 también puede permitir que el nodo de red 1200 se comuniquen con satélites compatibles de una red de comunicación por satélite. En algunas modalidades de ejemplo, la interfaz de red de radio 1240 puede comprender varios protocolos o capas de protocolo, tal como los protocolos de capa PHY, MAC, RLC, PDCP y/o RRC normalizados por 3GPP para LTE, LTE-A, LTE-LAA, NR, NR-U, *etc.*; mejoras a los mismos tal como se describió anteriormente en la presente; o cualquier otro protocolo de capa superior utilizado junto con la interfaz de red de radio 1240. De acuerdo con modalidades de ejemplo adicionales de la presente divulgación, la interfaz de red de radio 1240 puede comprender una capa PHY basada en tecnologías OFDM, OFDMA y/o SC-FDMA. En algunas modalidades, la funcionalidad de esta capa de PHY se puede proporcionar de forma cooperativa mediante la interfaz de red de radio 1240 y el procesador 1210 (que incluye el código de programa en la memoria 1220).

La interfaz de red central 1250 puede comprender transmisores, receptores y otra circuitería que permiten que el nodo de red 1200 se comuniquen con otros equipos en una red central tal como, en algunas modalidades, redes centrales conmutadas por paquetes (PS) y/o conmutadas por circuitos (CS). En algunas modalidades, la interfaz de red central 1250 puede comprender la interfaz S1 normalizada por 3GPP. En algunas modalidades, la interfaz de red central 1250 puede comprender la interfaz NG normalizada por 3GPP. En algunas modalidades

de ejemplo, la interfaz de red central 1250 puede comprender una o más interfaces con uno o más AMF, SMF, SGW, MME, SGSN, GGSN y otros dispositivos físicos que comprenden funcionalidad que se encuentra en redes de núcleo GERAN, UTRAN, EPC, 5GC y CDMA2000 que se conocen por personas expertas en la técnica. En algunas modalidades, estas una o más interfaces se

5 pueden multiplexar juntas en una única interfaz física. En algunas modalidades, las capas inferiores de la interfaz de red central 1250 pueden comprender uno o más de modo de transferencia asíncrono (ATM), Protocolo de Internet (IP) a través de Ethernet, SDH a través de fibra óptica, T1/E1/PDH a través de un cable de cobre, radio por microondas u otras tecnologías de transmisión alámbricas o inalámbricas conocidas por aquellos expertos en la técnica.

10 En algunas modalidades, el nodo de red 1200 puede incluir hardware y/o software que configura y/o facilita que el nodo de red 1200 se comunice con otros nodos de red en una RAN, tal como con otros eNB, gNB, ng-eNB, en-gNB, nodos IAB, etc. Este hardware y/o software puede ser parte de la interfaz de red de radio 1240 y/o la interfaz de red central 1250, o puede ser una unidad funcional separada (no se muestra). Por ejemplo, este hardware y/o software puede

15 configurar y/o facilitar que el nodo de red 1200 se comunice con otros nodos RAN a través de las interfaces X2 o Xn, como se normaliza por 3GPP.

La interfaz OA&M 1260 puede comprender transmisores, receptores y otra circuitería que permiten que el nodo de red 1200 se comunice con redes externas, computadoras, bases de datos y similares con fines de operaciones, administración y mantenimiento del nodo de red

20 1200 u otro equipo de red conectado operativamente al mismo. Las capas inferiores de la interfaz OA&M 1260 pueden comprender uno o más de modo de transferencia asíncrono (ATM), Protocolo de Internet (IP) a través de Ethernet, SDH a través de fibra óptica, T1/E1/PDH a través de un cable de cobre, radio por microondas u otras tecnologías de transmisión alámbricas o inalámbricas conocidas por aquellos expertos en la técnica. Además, en algunas modalidades, uno o más de la

25 interfaz de red de radio 1240, la interfaz de red central 1250 y la interfaz OA&M 1260 se pueden multiplexar juntas en una única interfaz física, tal como los ejemplos enumerados anteriormente.

La figura 13 es un diagrama de bloques de una red de comunicación de ejemplo configurada para proporcionar servicios de datos de transmisión libre (OTT) entre una computadora anfitrión y un equipo de usuario (UE), de acuerdo con una o más modalidades de

30 ejemplo de la presente divulgación. El UE 1310 se puede comunicar con la red de acceso de radio (RAN) 1330 a través de la interfaz de radio 1320, que se puede basar en protocolos descritos anteriormente que incluyen, *por ejemplo*, LTE, LTE-A y 5G/NR. Por ejemplo, el UE 1310 se puede configurar y/o disponer como se muestra en otras figuras analizadas anteriormente.

La RAN 1330 puede incluir uno o más nodos de red terrestre (*por ejemplo*, estaciones base, eNB, gNB, controladores, etc.) operables en bandas de espectro con licencia, así como uno

35 o más nodos de red operables en espectro sin licencia (usando, *por ejemplo*, tecnología LAA o NR-U), tal como una banda de 2.4 GHz y/o una banda de 5 GHz. En estos casos, los nodos de

red que comprenden RAN 1330 pueden operar de forma cooperativa utilizando espectro con licencia y sin licencia. En algunas modalidades, RAN 1330 puede incluir, o ser capaz de comunicarse con, uno o más satélites que comprenden una red de acceso por satélite.

5 RAN 1330 se puede comunicar además con la red central 1340 de acuerdo con diversos protocolos e interfaces descritos anteriormente. Por ejemplo, uno o más aparatos (*por ejemplo*, estaciones base, eNB, gNB, *etc.*) que comprenden RAN 1330 se pueden comunicar con la red central 1340 a través de la interfaz de red central 1250 descrita anteriormente. En algunas modalidades de ejemplo, RAN 1330 y la red central 1340 se pueden configurar y/o disponer como se muestra en otras figuras analizadas anteriormente. Por ejemplo, los eNB que comprenden una

10 E-UTRAN 1330 se pueden comunicar con una red central EPC 1340 a través de una interfaz S1, tal como se muestra en la figura 1. Como otro ejemplo, los gNB que comprenden una NR RAN 1330 se pueden comunicar con una red central 5GC 1330 a través de una interfaz NG.

La red central 1340 se puede comunicar además con una red de datos de paquetes externa, ilustrada en la figura 13 como Internet 1350, de acuerdo con diversos protocolos e

15 interfaces conocidos por personas expertas en la técnica. Muchos otros dispositivos y/o redes también se pueden conectar y comunicar a través de Internet 1350, tal como una computadora anfitriona de ejemplo 1360. En algunas modalidades de ejemplo, la computadora anfitriona 1360 se puede comunicar con el UE 1310 usando Internet 1350, red central 1340 y RAN 1330 como intermediarios. La computadora anfitriona 1360 puede ser un servidor (*por ejemplo*, un servidor de

20 aplicaciones) bajo la propiedad y/o el control de un proveedor de servicios. La computadora anfitriona 1360 se puede operar por el proveedor de servicios OTT o por otra entidad en nombre del proveedor de servicios.

Por ejemplo, la computadora anfitriona 1360 puede proporcionar un servicio de datos de paquetes de transmisión libre (OTT) al UE 1310 usando las instalaciones de red central 1340 y

25 RAN 1330, que pueden desconocer el encaminamiento de una comunicación saliente/entrante hacia/desde la computadora anfitriona 1360. De manera similar, la computadora anfitriona 1360 puede no ser consciente del encaminamiento de una transmisión desde la computadora anfitriona al UE, *por ejemplo*, el encaminamiento de la transmisión a través de RAN 1330. Se pueden proporcionar varios servicios OTT usando la configuración de ejemplo que se muestra en la figura

30 13 que incluye, *por ejemplo*, transmisión en directo (unidireccional) de audio y/o video desde la computadora anfitriona al UE, audio y/o video interactivo (bidireccional) entre la computadora anfitriona y el UE, mensajería interactiva o comunicación social, realidad virtual o aumentada interactiva, *etc.*

La red de ejemplo que se muestra en la figura 13 también puede incluir procedimientos

35 de medición y/o sensores que monitorean las métricas de rendimiento de red que incluyen velocidad de datos, latencia y otros factores que se mejoran mediante modalidades ejemplares divulgadas en la presente. La red de ejemplo también puede incluir funcionalidad para reconfigurar

el enlace entre los puntos finales (*por ejemplo*, computadora anfitriona y UE) en respuesta a variaciones en los resultados de medición. Estos procedimientos y funcionalidades se conocen y se ponen en práctica; si la red oculta o abstrae la interfaz de radio del proveedor de servicios OTT, las mediciones se pueden facilitar mediante señalización exclusiva entre el UE y la computadora anfitriona.

Las modalidades de ejemplo descritas en la presente proporcionan técnicas flexibles y eficientes para mapear entre preámbulos (o secuencias) de acceso aleatorio y unidades de recursos PUSCH (PRU) utilizadas por los UE durante procedimientos de acceso aleatorio de dos pasos hacia una celda. Estas técnicas pueden reducir y/o eliminar la latencia y el consumo de energía de UE asociados con intentos de acceso aleatorio. Estas técnicas también pueden reducir y/o mitigar la interferencia multiusuario en recursos RACH y/o PUSCH. Cuando se utilizan en LTE o NR UE (*por ejemplo*, UE 1310) y eNB o gNB (*por ejemplo*, gNB que comprenden RAN 1330), las modalidades de ejemplo descritas en la presente pueden proporcionar varias mejoras, beneficios y/o ventajas a los proveedores de servicios OTT y usuarios finales, que incluyen datos más consistentes en todo momento y menos retardos sin un consumo excesivo de energía de UE, interrupciones de servicio u otras reducciones en la experiencia del usuario.

Lo anterior simplemente ilustra los principios de la divulgación. Varias modificaciones y alteraciones a las modalidades descritas serán evidentes para aquellos expertos en la técnica en vista de las enseñanzas en la presente. Por lo tanto, se apreciará que aquellos expertos en la técnica serán capaces de diseñar numerosos sistemas, arreglos y procedimientos que, aunque no se muestran o describen explícitamente en la presente, incorporan los principios de la divulgación y, por lo tanto, pueden estar dentro del espíritu y alcance de la divulgación. Varias modalidades de ejemplo se pueden usar juntas entre sí, así como indistintamente con las mismas, como se debe entender por aquellos que tienen experiencia en la técnica.

El término unidad, tal como se usa en la presente, puede tener un significado convencional en el campo de la electrónica, dispositivos eléctricos y/o dispositivos electrónicos y puede incluir, por ejemplo, circuitería eléctrica y/o electrónica, dispositivos, módulos, procesadores, memorias, dispositivos lógicos de estado sólido y/o discretos, programas de computadora o instrucciones para llevar a cabo tareas respectivas, procedimientos, cálculos, salidas y/o funciones de visualización, y así sucesivamente, tal como aquellos descritos en la presente.

Cualquier paso, método, característica, función o beneficio adecuados divulgados en la presente se puede realizar a través de una o más unidades funcionales o módulos de uno o más aparatos virtuales. Cada aparato virtual puede comprender un número de estas unidades funcionales. Estas unidades funcionales se pueden implementar mediante circuitería de procesamiento, que puede incluir uno o más microprocesadores o microcontroladores, así como otro hardware digital, que puede incluir procesador de señales digitales (DSP), lógica digital de

propósito especial y similares. La circuitería de procesamiento se puede configurar para ejecutar código de programa almacenado en memoria, que puede incluir uno o varios tipos de memoria tal como memoria de solo lectura (ROM), memoria de acceso aleatorio (RAM), memoria caché, dispositivos de memoria flash, dispositivos de almacenamiento óptico, etc. El código de programa almacenado en memoria incluye instrucciones de programa para ejecutar uno o más protocolos de telecomunicaciones y/o comunicaciones de datos, así como instrucciones para llevar a cabo una o más de las técnicas descritas en la presente. En algunas implementaciones, la circuitería de procesamiento se puede usar para hacer que la unidad funcional respectiva realice funciones correspondientes de acuerdo con una o más modalidades de la presente divulgación.

10 Tal como se describe en la presente, el dispositivo y/o aparato se puede representar mediante un chip semiconductor, un conjunto de chips o un módulo (de hardware) que comprende este chip o conjunto de chips; esto, sin embargo, no excluye la posibilidad de que una funcionalidad de un dispositivo o aparato, en lugar de que se implemente por hardware, se implemente como un módulo de software tal como un programa de computadora o un producto de programa de computadora que comprende porciones de código de software ejecutables para ejecución o que se ejecuten en un procesador. Además, la funcionalidad de un dispositivo o aparato se puede implementar mediante cualquier combinación de software y hardware. Un dispositivo o aparato también se puede considerar como un montaje de múltiples dispositivos y/o aparatos, ya sea funcionalmente en cooperación o independientemente entre sí. Además, los dispositivos y aparatos se pueden implementar de manera distribuida a lo largo de un sistema, siempre y cuando se conserve la funcionalidad del dispositivo o aparato. Estos principios y otros similares se consideran conocidos por un experto.

25 A menos que se defina lo contrario, todos los términos (incluidos los términos técnicos y científicos) utilizados en la presente tienen el mismo significado como se entiende comúnmente por un experto en la técnica al que pertenece esta divulgación. Se entenderá además que los términos utilizados en la presente se deben interpretar como que tienen un significado que es consistente con su significado en el contexto de esta especificación y la técnica relevante y no se interpretarán en un sentido idealizado o excesivamente formal a menos que se defina expresamente en la presente.

30 Además, determinados términos utilizados en la presente divulgación, que incluyen la especificación, dibujos y modalidades de ejemplo de los mismos, se pueden usar como sinónimos en determinados casos, que incluyen, pero no se limitan a, *por ejemplo*, datos e información. Se debe entender que, en tanto que estas palabras y/u otras palabras que pueden ser sinónimas entre sí, se pueden usar como sinónimos en la presente, que puede haber casos cuando se puede pretender que estas palabras no se usen como sinónimos. Además, en la medida en que el conocimiento de la técnica anterior no se ha incorporado explícitamente como referencia en la presente en lo anterior, se incorpora explícitamente en la presente en su totalidad. Todas las

publicaciones mencionadas se incorporan en la presente como referencia en su totalidad.

Modalidades de ejemplo de las técnicas y aparatos descritos en la presente incluyen, pero no se limitan a, los siguientes ejemplos enumerados:

- 5** E1. Un método, realizado por un equipo de usuario (UE), para acceso aleatorio a una celda en una red inalámbrica, el método que comprende:

 - seleccionar una de una pluralidad de secuencias de acceso aleatorio disponibles, en donde:
 - la secuencia de acceso aleatorio seleccionada se asocia con una unidad de recursos de canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH) (PRU); y
 - 10** la selección de la secuencia de acceso aleatorio se basa en una restricción de mapeo entre las secuencias de acceso aleatorio disponibles y una pluralidad de PRU disponibles;
 - transmitir la secuencia de acceso aleatorio seleccionada en un canal de acceso aleatorio (RACH); y
 - transmitir un mensaje de datos en la PRU asociada con la secuencia de acceso
 - 15** aleatorio seleccionada.
- E2. El método de la modalidad E1, que comprende además recibir la restricción de mapeo a través de la difusión de información de sistema (SI) en la celda.

E3. El método de cualquiera de las modalidades E1-E2, en donde:

 - la selección es de un subconjunto de las secuencias de acceso aleatorio disponibles;
 - 20** y
 - la restricción de mapeo es que una o más de las secuencias de acceso aleatorio disponibles se invalidan para selección con base en una relación de mapeo deseada entre el subconjunto de secuencias de acceso aleatorio disponibles y todas las PRU disponibles.
- E4. El método de cualquiera de las modalidades E1-E2, en donde:

 - 25** la selección es de todas las secuencias de acceso aleatorio disponibles; y
 - todas las secuencias de acceso aleatorio disponibles se asocian con un subconjunto de las PRU disponibles.
- E5. El método de la modalidad E4, en donde la restricción de mapeo es que una o más de las PRU disponibles se invalidan con base en una relación de mapeo deseada entre todas las

- 30** secuencias de acceso aleatorio disponibles y el subconjunto de las PRU disponibles.
- E6. El método de cualquiera de las modalidades E3-E5, en donde la relación de mapeo deseada es un número entero.

E7. El método de cualquiera de las modalidades E3-E6, que comprende además determinar la relación de mapeo deseada con base en si el salto de frecuencia se activa para la

- 35** PRU asociada con la secuencia de acceso aleatorio seleccionada.
- E8. El método de cualquiera de las modalidades E1-E2, en donde:

 - la restricción de mapeo es que las secuencias de acceso aleatorio disponibles se

disponen en un primer grupo y un segundo grupo;

un primer número del primer grupo se asocia con una primera PRU;

un segundo número del primer grupo se asocia con una segunda PRU, el segundo número que es diferente del primer número.

5 E9. El método de la modalidad E8, en donde la selección de una de las secuencias de acceso aleatorio disponibles comprende:

seleccionar el primer grupo o el segundo grupo con base en uno o más de los siguientes:

medición UE de la calidad de canal de enlace descendente;

10 tamaño y/o prioridad del mensaje de datos;

si se activa el salto de frecuencia para el PUSCH; y

estado de control de recursos de radio (RRC) UE.

seleccionar aleatoriamente una secuencia de acceso aleatorio del grupo seleccionado.

E10. El método de cualquiera de las modalidades E1-E2, en donde:

15 la restricción de mapeo es que las PRU disponibles se disponen en un primer grupo y un segundo grupo; y

la selección de una de las secuencias de acceso aleatorio disponibles comprende:

seleccionar el primer grupo o el segundo grupo con base en la medición UE de la calidad de canal de enlace descendente; y

20 seleccionar aleatoriamente una secuencia de acceso aleatorio asociada con el grupo seleccionado.

E11. El método de cualquiera de las modalidades E1-E2, en donde la restricción de mapeo comprende:

25 las secuencias de acceso aleatorio disponibles se disponen en una primera pluralidad de grupos;

las PRU disponibles se disponen en una segunda pluralidad de grupos; y

el mapeo entre la primera pluralidad de grupos y la segunda pluralidad de grupos es uno de los siguientes: de uno a muchos, de uno a uno y de muchos a uno.

30 E12. El método de cualquiera de las modalidades E1-E11, en donde el mensaje de datos se transmite en la PRU asociada con la secuencia de acceso aleatorio seleccionada usando uno o más de los siguientes:

un nivel de potencia de transmisión inferior con respecto a los niveles de potencia de transmisión para otras PRU disponibles; y

un código espacial específico de UE.

35 E13. Un método, realizado por un nodo de red en una red inalámbrica, para facilitar acceso aleatorio por uno o más equipos de usuario (UE) a una celda en la red inalámbrica, el método que comprende:

monitorear un canal de acceso aleatorio (RACH) para una pluralidad de secuencias de acceso aleatorio que se pueden transmitir mediante UE en la celda;

- 5** monitorear una pluralidad de unidades de recursos (PRU) de un canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH) para mensajes de datos UE asociados con la pluralidad de secuencias de acceso aleatorio; y

seleccionar al menos una de la pluralidad de secuencias de acceso aleatorio y la pluralidad de PRU con base en una restricción de mapeo entre todas las secuencias de acceso aleatorio disponibles y todas las PRU disponibles.

- 10** E14. El método de la modalidad E13, que comprende además transmitir la restricción de mapeo a través de la difusión de información de sistema (SI) en la celda.

E15. El método de cualquiera de las modalidades E13-E14, en donde:

la pluralidad de secuencias de acceso aleatorio es un subconjunto de las secuencias de acceso aleatorio disponibles; y

- 15** la restricción de mapeo es que una o más de las secuencias de acceso aleatorio disponibles se invalidan para selección con base en una relación de mapeo deseada entre el subconjunto de secuencias de acceso aleatorio disponibles y todas las PRU disponibles.

E16. El método de cualquiera de las modalidades E13-E14, en donde:

la pluralidad de secuencias de acceso aleatorio incluye todas las secuencias de acceso aleatorio disponibles; y

- 20** todas las secuencias de acceso aleatorio disponibles se asocian con un subconjunto de las PRU disponibles.

E17. El método de la modalidad E16, en donde la restricción de mapeo es que una o más de las PRU disponibles se invalidan con base en una relación de mapeo deseada entre todas las secuencias de acceso aleatorio disponibles y el subconjunto de las PRU disponibles.

- 25** E18. El método de cualquiera de las modalidades E15-E17, en donde la relación de mapeo deseada es un número entero.

E19. El método de cualquiera de las modalidades E15-E18, que comprende además determinar la relación de mapeo deseada con base en si el salto de frecuencia se activa para el PUSCH.

- 30** E20. El método de cualquiera de las modalidades E13-E14, en donde:
la restricción de mapeo es que las secuencias de acceso aleatorio disponibles se disponen en un primer grupo y un segundo grupo;

un primer número del primer grupo se asocia con una primera PRU;

- 35** un segundo número del primer grupo se asocia con una segunda PRU, el segundo número que es diferente del primer número.

E21. El método de la modalidad E20, en donde las secuencias de acceso aleatorio disponibles se disponen en el primer grupo y el segundo grupo con base en uno o más de los

siguientes:

- la calidad de canal de enlace descendente experimentada por los UE;
- tamaño y/o prioridad de los mensajes de datos UE;
- si se activa el salto de frecuencia para el PUSCH; y
- estados de control de recursos de radio (RRC) UE.

5

E22. El método de cualquiera de las modalidades E13-E14, en donde la restricción de mapeo es que las PRU disponibles se disponen en un primer grupo y un segundo grupo con base en la calidad de canal de enlace descendente experimentada por un UE.

10

E23. El método de cualquiera de las modalidades E13-E14, en donde la restricción de mapeo comprende:

las secuencias de acceso aleatorio disponibles se disponen en una primera pluralidad de grupos;

las PRU disponibles se disponen en una segunda pluralidad de grupos; y

el mapeo entre la primera pluralidad de grupos y la segunda pluralidad de grupos es

15

uno de los siguientes: de uno a muchos, de uno a uno y de muchos a uno.

E24. El método de cualquiera de las modalidades E13-E23, en donde el monitoreo del PUSCH para mensajes de datos UE asociados con la pluralidad de secuencias de acceso aleatorio se basa en uno o más de los siguientes:

niveles de potencia de transmisión inferiores para algunas de la pluralidad de PRU con

20

respecto a los niveles de potencia de transmisión para otras de la pluralidad de PRU; y

códigos espaciales específicos de UE.

E25. Un equipo de usuario (UE) configurado para acceso aleatorio a una celda en una red inalámbrica, el UE que comprende:

circuitería de transceptor configurada para comunicarse con un nodo de red que atiende a la célula; y

25

circuitería de procesamiento acoplada operativamente a la circuitería del transceptor, por lo que la circuitería de procesamiento y la circuitería del transceptor se configuran para realizar operaciones correspondientes a cualquiera de los métodos de las modalidades E1-E12.

E26. Un equipo de usuario (UE) configurado para acceso aleatorio a una celda en una red inalámbrica, el UE que se dispone además para realizar operaciones correspondientes a cualquiera de los métodos de las modalidades E1-E12.

30

E27. Un medio legible por computadora no transitorio que almacena instrucciones ejecutables por computadora que, cuando se ejecutan por circuitería de procesamiento de un equipo de usuario (UE), configuran el UE para realizar operaciones correspondientes a cualquiera de los métodos de las modalidades E1-E12.

35

E28. Un producto de programa de computadora que comprende instrucciones ejecutables por computadora que, cuando se ejecutan por circuitería de procesamiento de un

equipo de usuario (UE), configuran el UE para realizar operaciones correspondientes a cualquiera de los métodos de las modalidades E1-E12.

- 5** E29. Un nodo de red, en una red inalámbrica, configurado para facilitar acceso aleatorio por uno o más equipos de usuario (UE) a una celda en la red inalámbrica, el nodo de red que comprende:
- circuitería de interfaz de red de radio configurada para comunicarse con los UE; y
 - circuitería de procesamiento acoplada operativamente a la circuitería de interfaz de red de radio, por lo que la circuitería de procesamiento y la circuitería de interfaz de red de radio se configuran para realizar operaciones correspondientes a cualquiera de los métodos de las
- 10** modalidades E13-E24.
- E30. Un nodo de red, en una red inalámbrica, configurado para facilitar acceso aleatorio por uno o más equipos de usuario (UE) a una celda en la red inalámbrica, el nodo de red que se dispone además para realizar operaciones correspondientes a cualquiera de los métodos de las modalidades E13-E24.
- 15** E31. Un medio legible por computadora no transitorio que almacena instrucciones ejecutables por computadora que, cuando se ejecutan por circuitería de procesamiento de un nodo de red en una red inalámbrica, configuran el nodo de red para realizar operaciones correspondientes a cualquiera de los métodos de las modalidades E13-E24.
- 20** E32. Un producto de programa de computadora que comprende instrucciones ejecutables por computadora que, cuando se ejecutan por circuitería de procesamiento de un nodo de red en una red inalámbrica, configuran el nodo de red para realizar operaciones correspondientes a cualquiera de los métodos de las modalidades E13-E24.