

EQUIPO DE USUARIO Y MÉTODO PARA EQUIPO DE USUARIO

CAMPO TÉCNICO

5 La presente descripción se relaciona con la transmisión y recepción de señales en un sistema de comunicación. En particular, la presente descripción se relaciona con métodos y aparatos para dicha transmisión y recepción.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

10

 El proyecto de asociación de tercera generación (3rd Generation Partnership Project, 3GPP) trabaja en especificaciones técnicas para la tecnología celular de próxima generación, que también se denomina como quinta generación (Fifth Generation, 5G), que incluye la tecnología de acceso por radio (Radio Access Technology, RAT) "Nueva Radio" (New Radio, NR), que opera en
15 rangos de frecuencia de hasta 100 GHz. La NR es sucesora de la tecnología representada por la evolución a largo plazo (Long Term Evolution, LTE) y la evolución a largo plazo avanzada (LTE Advanced, LTE-A).

 Para sistemas como LTE y NR, mejoras y opciones adicionales pueden facilitar el funcionamiento eficiente del sistema de comunicación, así como de dispositivos particulares
20 pertenecientes al sistema.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

 Una modalidad ejemplar y no limitativa facilita la transmisión de información de control
25 de enlace ascendente (Uplink Control Information, UCI), multiplexada con al menos otra UCI y/o en un canal físico compartido de enlace ascendente (Physical Uplink Shared Channel, PUSCH), en el marco de una recepción discontinua (Discontinuous Reception, DRX).

 En una modalidad, un equipo de usuario (User Equipment, UE), comprende un transceptor y circuitería. La circuitería, en funcionamiento, cuando el UE está configurado con al menos
30 una recepción discontinua, DRX, que incluye periodos no activos, realiza una primera determinación sobre si una primera información de control de enlace ascendente, UCI, debe multiplexarse con al menos una segunda UCI y/o en un canal físico compartido de enlace ascendente, PUSCH, para formar una señal multiplexada. Además, dependiendo de un resultado de la primera determinación, la circuitería realiza una segunda determinación sobre si la primera UCI debe omitirse antes de la
35 multiplexación, o sobre si la transmisión de la señal multiplexada debe omitirse, basándose en al menos

una de una relación de temporización entre recursos dedicados a una transmisión de la primera UCI antes de la multiplexación y los periodos no activos, y una relación de temporización entre recursos dedicados a una transmisión de la señal multiplexada y los periodos no activos. La circuitería realiza la multiplexación para formar la señal multiplexada de acuerdo con los resultados de la primera determinación y la segunda determinación y hace que el transceptor transmita la señal multiplexada de acuerdo con el resultado de la segunda determinación.

Cabe señalar que las modalidades generales o específicas pueden implementarse como un sistema, un método, un circuito integrado, un programa de computadora, un medio de almacenamiento o cualquier combinación selectiva de los mismos.

Los beneficios y ventajas adicionales de las modalidades descritas resultarán evidentes a partir de la especificación y los dibujos. Los beneficios y/o ventajas se pueden obtener individualmente mediante las diversas modalidades y características de la especificación y los dibujos, los cuales no es necesario que se proporcionen todos para obtener uno o más de tales beneficios y/o ventajas.

15

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

A continuación, se describen modalidades ejemplares con más detalle con referencia a las figuras y dibujos adjuntos.

20

La FIG. 1 muestra una arquitectura ejemplar para un sistema 3GPP NR;

La FIG. 2 es un dibujo esquemático que muestra una división funcional entre NG-RAN y 5GC;

La FIG. 3 es un diagrama de secuencia para procedimientos de configuración/reconfiguración de conexión RRC;

25

La FIG. 4 es un dibujo esquemático que muestra escenarios de uso de banda ancha móvil mejorada (enhanced Mobile BroadBand, eMBB), comunicaciones masivas de tipo máquina (massive Machine Type Communications, mMTC) y comunicaciones de ultra alta fiabilidad y baja latencia (Ultra Reliable and Low Latency Communications, URLLC);

La FIG. 5 es un diagrama de bloques que muestra una arquitectura de sistema 5G ejemplar para una no itinerancia;

30

La FIG. 6 es un diagrama de bloques de un sistema de comunicación que incluye un equipo de usuario, UE, y una estación base con su estructura respectiva;

La FIG. 7A es un diagrama de bloques que ilustra una estructura funcional de la circuitería en el lado del equipo de usuario;

La FIG. 7B es un diagrama de bloques que ilustra una estructura funcional de la circuitería en el lado de la estación base;

La FIG. 8A ilustra la omisión de una primera UCI en un caso donde los recursos dedicados a la transmisión de la primera UCI antes de la multiplexación se superponen con un periodo no activo de una DRX de celda de acuerdo con una modalidad;

La FIG. 8B ilustra la omisión de una primera UCI en un caso donde los recursos dedicados a la transmisión de dicha primera UCI antes de la multiplexación se superponen con un periodo no activo de DRX de celda de acuerdo con una modalidad;

La FIG. 8C ilustra una situación donde las UCI se multiplexan independientemente de la relación de temporización entre los recursos dedicados para la transmisión de las UCI antes de la multiplexación y los periodos no activos;

La FIG. 8D ilustra una situación donde las UCI se multiplexan en un PUSCH independientemente de la relación de temporización entre los recursos dedicados para la transmisión de las UCI antes de la multiplexación y los periodos no activos;

La FIG. 9 es un diagrama de flujo de un proceso realizado por un UE de acuerdo con una primera modalidad;

La FIG. 10 ilustra una determinación de un primer símbolo después de que se omite una UCI;

La FIG. 11 es un diagrama de flujo de un proceso realizado por un UE de acuerdo con una segunda modalidad;

Las FIGS. 12A a 12D ilustran situaciones donde la transmisión de una señal multiplexada no se realiza en casos donde una relación de temporización entre recursos dedicados a la transmisión de la señal multiplexada y periodos no activos indica que dichos recursos se superponen con un periodo no activo de una DRX de celda;

Las FIGS. 13A a 13D ilustran situaciones donde la transmisión de una señal multiplexada se realiza en casos donde una relación de temporización entre recursos dedicados a la transmisión de la señal multiplexada y periodos no activos indica que dichos recursos no se superponen con un periodo no activo de una DRX de celda;

La FIG. 14 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso realizado por un UE de acuerdo con una tercera modalidad;

La FIG. 15 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso realizado por un UE de acuerdo con una cuarta modalidad;

Las FIGS. 16A y 16B ilustran situaciones donde un UE está configurado con una DRX de celda y una C-DRX, exhibiendo periodos activos y periodos no activos respectivos en donde el

periodo no activo que se utilizará para las determinaciones está formado por el periodo no activo de la DRX de celda y los periodos no activos de la C-DRX; y

La FIG. 17 ilustra una situación donde un UE está configurado con una DRX de celda y una C-DRX, exhibiendo periodos activos y periodos no activos respectivos, en donde el periodo no activo que se utilizará para las determinaciones está formado únicamente por el periodo no activo de la C-DRX.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

10 Arquitectura del sistema 5G NR y pilas de protocolos

El 3GPP ha estado trabajando en la próxima versión para la tecnología celular de 5ta generación, simplemente llamada 5G, incluido el desarrollo de una nueva tecnología de acceso por radio (NR) que opera en frecuencias que van hasta 100 GHz. La primera versión del estándar 5G se completó a finales de 2017, lo que permite proceder a pruebas compatibles con el estándar 5G NR y despliegues comerciales de teléfonos inteligentes.

Entre otras cosas, la arquitectura general del sistema asume una red de acceso por radio de próxima generación (Next Generation - Radio Access Network, NG-RAN) que comprende los gNB, que proporcionan las terminaciones del protocolo del plano de usuario de acceso por radio NG (SDAP/PDCP/RLC/MAC/PHY) y del plano de control (RRC) hacia el UE. Los gNB están interconectados entre sí por medio de la interfaz Xn. Los gNB también están conectados por medio de la interfaz de próxima generación (Next Generation, NG) al núcleo de próxima generación (Next Generation Core, NGC), más específicamente a la función de gestión de acceso y movilidad (Access and Mobility management Function, AMF) (por ejemplo, una entidad de núcleo particular que realiza la AMF) por medio de la interfaz NG-C y a la función del plano de usuario (User Plane Function, UPF) (por ejemplo, una entidad de núcleo particular que realiza la UPF) por medio de la interfaz NG-U. La arquitectura NG-RAN se ilustra en la FIG. 1 (véase, por ejemplo, 3GPP TS 38.300 v15.6.0, sección 4).

La pila de protocolos del plano de usuario para NR (véase, por ejemplo, 3GPP TS 38.300, sección 4.4.1) comprende las subcapas de protocolo de convergencia de datos en paquetes (Packet Data Convergence Protocol, PDCP, ver sección 6.4 de TS 38.300), control de enlace de radio (Radio Link Control, RLC, ver sección 6.3 de TS 38.300) y control de acceso al medio (Medium Access Control, MAC, ver sección 6.2 de TS 38.300), que terminan en el gNB en el lado de la red. Además, se introduce una nueva subcapa de estrato de acceso (Access Stratum, AS), protocolo de adaptación de datos de servicio (Service Data Adaptation Protocol, SDAP) por encima de PDCP (véase, por ejemplo, la subcláusula 6.5 de 3GPP TS 38.300). También se define una pila de protocolos del plano de control para NR (véase, por ejemplo, TS 38.300, sección 4.4.2). En la subcláusula 6 de TS 38.300 se ofrece

una descripción general de las funciones de la capa 2. Las funciones de las subcapas PDCP, RLC y MAC se enumeran respectivamente en las secciones 6.4, 6.3 y 6.2 de TS 38.300. Las funciones de la capa RRC se enumeran en la subcláusula 7 de TS 38.300.

Por ejemplo, la capa de control de acceso al medio maneja la multiplexación de canales lógicos y las funciones de programación y relacionadas con la programación, incluido el manejo de diferentes numerologías.

La capa física (Physical Layer, PHY) es, por ejemplo, responsable de la codificación, el procesamiento PHY HARQ, la modulación, el procesamiento multiantena y la asignación de la señal a los recursos de tiempo-frecuencia físicos apropiados. También maneja la asignación de canales de transporte a canales físicos. La capa física proporciona servicios a la capa MAC en forma de canales de transporte. Un canal físico corresponde al conjunto de recursos de tiempo-frecuencia utilizados para la transmisión de un canal de transporte particular, y cada canal de transporte se asigna a un canal físico correspondiente. Por ejemplo, los canales físicos son canal físico de acceso aleatorio (Physical Random Access Channel, PRACH), canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH) y canal físico de control de enlace ascendente (Physical Uplink Control Channel, PUCCH) para el enlace ascendente y canal físico compartido de enlace descendente (Physical Downlink Shared Channel, PDSCH), canal físico de control de enlace descendente (Physical Downlink Control Channel, PDCCH) y canal físico de difusión (Physical Broadcast Channel, PBCH) para el enlace descendente.

Los casos de uso/escenarios de despliegue para NR podrían incluir banda ancha móvil mejorada (eMBB), comunicaciones de ultra alta fiabilidad y baja latencia (URLLC), comunicación masiva de tipo máquina (mMTC), que tienen diversos requisitos en términos de velocidades de datos, latencia y cobertura. Por ejemplo, se espera que eMBB admita velocidades de datos pico (20 Gbps para el enlace descendente y 10 Gbps para el enlace ascendente) y velocidades de datos experimentadas por el usuario del orden de tres veces lo que ofrece IMT-Advanced. Por otro lado, en caso de URLLC, los requisitos más estrictos se imponen a la latencia ultrabaja (0.5 ms para cada uno de UL y DL para la latencia del plano de usuario) y la alta fiabilidad ($1-10^{-5}$ dentro de 1 ms). Finalmente, mMTC puede requerir preferentemente una alta densidad de conexión (1,000,000 de dispositivos/km² en un entorno urbano), una gran cobertura en entornos hostiles y una batería de vida extremadamente larga para dispositivos de bajo costo (15 años).

Por lo tanto, la numerología OFDM (por ejemplo, espaciamento de subportadoras, duración del símbolo OFDM, duración del prefijo cíclico (Cyclic Prefix, CP), número de símbolos por intervalo de programación) que es adecuada para un caso de uso podría no funcionar bien para otro. Por ejemplo, los servicios de baja latencia pueden requerir preferentemente una duración de símbolo más corta (y, por lo tanto, un espaciamento de subportadoras más grande) y/o menos símbolos por intervalo de programación (también conocido como TTI) que un servicio mMTC. Además, los

escenarios de despliegue con grandes dispersiones de retardo de canal pueden requerir preferentemente una duración de CP más larga que los escenarios con dispersiones de retardo cortas. El espaciamiento de subportadoras debe optimizarse en consecuencia para mantener la sobrecarga de CP similar. La NR puede admitir más de un valor de espaciamiento de subportadoras. Correspondientemente, se están considerando en este momento espaciamientos de subportadoras de 15 kHz, 30 kHz, 60 kHz... La duración del símbolo T_u y el espaciamiento de subportadoras Δf están directamente relacionados a través de la fórmula $\Delta f = 1/T_u$. De manera similar a como ocurre en los sistemas LTE, el término "elemento de recurso" se puede utilizar para denotar una unidad de recurso mínima que se compone de una subportadora durante la longitud de un símbolo OFDM/SC-FDMA.

En el nuevo sistema de radio 5G-NR para cada numerología y portadora se define una cuadrícula de recursos de subportadoras y símbolos OFDM respectivamente para el enlace ascendente y el enlace descendente. Cada elemento en la cuadrícula de recursos se denomina como elemento de recurso y se identifica basándose en el índice de frecuencia en el dominio de frecuencia y la posición del símbolo en el dominio temporal (véase 3GPP TS 38.211 v16.2.0, por ejemplo, sección 4). Por ejemplo, las transmisiones de enlace descendente y de enlace ascendente se organizan en tramas con una duración de 10 ms, cada trama que consiste en diez subtramas de una duración de 1 ms respectivamente. En las implementaciones de 5g NR el número de símbolos OFDM consecutivos por subtrama depende de la configuración del espaciamiento de subportadoras. Por ejemplo, para un espaciamiento de subportadoras de 15 kHz, una subtrama tiene 14 símbolos OFDM (similar a una implementación conforme a LTE, asumiendo un prefijo cíclico normal). Por otro lado, para un espaciamiento de subportadoras de 30 kHz, una subtrama tiene dos ranuras, cada ranura comprende 14 símbolos OFDM.

División funcional de 5G NR entre NG-RAN y 5GC

La FIG. 2 ilustra la división funcional entre NG-RAN y 5GC. El nodo lógico NG-RAN es un gNB o ng-eNB. El 5GC tiene nodos lógicos AMF, UPF y SMF.

En particular, el gNB y el ng-eNB alojan las siguientes funciones principales:

Funciones para la gestión de recursos de radio tales como el control de portadora de radio, el control de admisión de radio, el control de movilidad de conexión, la asignación dinámica de recursos a los UE tanto en el enlace ascendente como en el enlace descendente (programación);

Compresión de encabezado IP, cifrado y protección de la integridad de los datos;

Selección de una AMF al momento de la asociación del UE cuando no se puede determinar ninguna ruta hacia una AMF a partir de la información proporcionada por el UE;

Enrutamiento de datos del plano de usuario hacia la o las UPF;

Enrutamiento de información del plano de control hacia la AMF;

- Configuración y liberación de la conexión;
- Programación y transmisión de mensajes de búsqueda;
- Programación y transmisión de información de difusión del sistema (originada desde la AMF u OAM);
- 5 Configuración de medición y de reporte de medición para la movilidad y la programación;
- Marcado de paquetes a nivel de transporte en el enlace ascendente;
- Gestión de sesiones;
- Soporte de segmentación de red;
- 10 Gestión de flujo de QoS y asignación a portadoras de radio de datos;
- Soporte de los UE en estado RRC_INACTIVE;
- Función de distribución para mensajes NAS;
- Uso compartido de la red de acceso por radio;
- Conectividad dual;
- 15 Interfuncionamiento estrecho entre NR y E-UTRA.
- La función de gestión de acceso y movilidad (AMF) aloja las siguientes funciones principales:
- Terminación de señalización de estrato de no acceso (Non-Access Stratum, NAS);
- Seguridad de señalización NAS;
- 20 Control de seguridad de estrato de acceso, AS;
- Señalización de nodo entre redes centrales (Core Network, CN), para la movilidad entre redes de acceso 3GPP;
- Accesibilidad del UE en modo inactivo (incluyendo el control y la ejecución de la retransmisión de búsqueda);
- 25 Gestión del área de registro;
- Soporte de movilidad intrasistema e intersistema;
- Autenticación de acceso;
- Autorización de acceso incluyendo la verificación de derechos de itinerancia;
- Control de gestión de movilidad (suscripción y políticas);
- 30 Soporte de segmentación de red;
- Selección de la función de gestión de sesiones (Session Management Function, SMF).
- Además, la función del plano de usuario, UPF, aloja las siguientes funciones principales:
- Punto de anclaje para la movilidad intra/inter-RAT (cuando sea aplicable);
- 35 Punto de interconexión de sesión PDU externa a la red de datos;

- Enrutamiento y reenvío de paquetes;
- Inspección de paquetes y parte del plano de usuario de la aplicación de reglas de política;
- Reporte de uso de tráfico;
- 5 Clasificador de enlace ascendente para admitir el enrutamiento de flujos de tráfico a una red de datos;
- Punto de ramificación para admitir la sesión PDU de múltiples domicilios;
- Manejo de QoS para el plano de usuario, por ejemplo, filtrado de paquetes, compuerta, aplicación de la velocidad de UL/DL;
- 10 Verificación del tráfico de enlace ascendente (asignación de SDF a flujo de QoS);
- Almacenamiento intermedio de paquetes de enlace descendente y activación de la notificación de datos de enlace descendente.
- Finalmente, la función de gestión de sesiones, SMF, aloja las siguientes funciones principales:
- 15 Gestión de sesiones;
- Asignación y gestión de direcciones IP del UE;
- Selección y control de la función UP;
- Configura la dirección del tráfico en la función del plano de usuario, UPF, para enrutar el tráfico al destino adecuado;
- 20 Parte de control de la aplicación de políticas y QoS;
- Notificación de datos de enlace descendente.

Procedimientos de configuración y reconfiguración de conexión RRC

- La FIG. 3 ilustra algunas interacciones entre un UE, un gNB y una AMF (una entidad 5GC) en el contexto de una transición del UE de RRC_IDLE a RRC_CONNECTED para la parte NAS (véase TS 38.300 v15.6.0).

- La RRC es una señalización (protocolo) de capa superior utilizada para la configuración del UE y el gNB. En particular, esta transición implica que la AMF prepara los datos de contexto del UE (incluyendo, por ejemplo, el contexto de la sesión PDU, la clave de seguridad, la capacidad de radio del UE y las capacidades de seguridad del UE, etc.) y los envía al gNB con la SOLICITUD DE CONFIGURACIÓN DE CONTEXTO INICIAL. Luego, el gNB activa la seguridad AS con el UE, lo cual es realizado por el gNB transmitiendo al UE un mensaje SecurityModeCommand y por el UE respondiendo al gNB con el mensaje SecurityModeComplete. Posteriormente, el gNB realiza la reconfiguración para configurar la portadora de radio de señalización 2 (Signaling Radio Bearer 2, SRB2), y la o las portadoras de radio de datos, (Data Radio Bearer, DRB), por medio de la transmisión al UE del mensaje

RRCReconfiguration y, en respuesta, la recepción por parte del gNB del RRCReconfigurationComplete desde el UE. Para una conexión de solo señalización, se omiten los pasos relativos a la RRCReconfiguration ya que no se configuran la SRB2 ni las DRB. Finalmente, el gNB informa a la AMF que el procedimiento de configuración se ha completado con la RESPUESTA DE CONFIGURACIÓN DE

5 CONTEXTO INICIAL.

En la presente descripción, por lo tanto, se proporciona una entidad (por ejemplo, AMF, SMF, etc.) de un núcleo de quinta generación (5th Generation Core, 5GC) que comprende una circuitería de control que, en funcionamiento, establece una conexión de próxima generación (NG) con un gNodeB, y un transmisor que, en funcionamiento, transmite un mensaje de configuración de

10 contexto inicial, a través de la conexión NG, al gNodeB para causar una configuración de portadora de radio de señalización entre el gNodeB y un equipo de usuario (UE). En particular, el gNodeB transmite una señalización de control de recursos de radio (Radio Resource Control, RRC), que contiene un elemento de información de configuración de asignación de recursos para el UE a través de la portadora de radio de señalización. El UE luego realiza una transmisión de enlace ascendente o una

15 recepción de enlace descendente basándose en la configuración de asignación de recursos.

Escenarios de uso de IMT para 2020 y más allá

La FIG. 4 ilustra algunos de los casos de uso para 5G NR. En la nueva radio del proyecto de asociación de tercera generación (3rd Generation Partnership Project New Radio, 3GPP

20 NR), se están considerando tres casos de uso que se han previsto para admitir una amplia variedad de servicios y aplicaciones por parte de IMT-2020. La especificación para la fase 1 de la banda ancha móvil mejorada (eMBB) ha concluido. Además de ampliar aún más el soporte de eMBB, el trabajo actual y futuro implicaría la estandarización para comunicaciones de ultra alta fiabilidad y baja latencia (URLLC) y comunicaciones masivas de tipo máquina. La FIG. 4 ilustra algunos ejemplos de escenarios

25 de uso previstos para IMT para 2020 y más allá (véase, por ejemplo, ITU-R M.2083 FIG. 2).

El caso de uso URLLC tiene requisitos estrictos para capacidades tales como el rendimiento, la latencia y la disponibilidad y se ha previsto como uno de los habilitadores para futuras aplicaciones verticales tales como el control inalámbrico de la fabricación industrial o los procesos de producción, la cirugía médica remota, la automatización de la distribución en una red inteligente, la

30 seguridad del transporte, etc. La ultra alta fiabilidad para URLLC debe ser soportada mediante la identificación de las técnicas para cumplir con los requisitos establecidos por TR 38.913. Para NR URLLC en la Versión 15, los requisitos clave incluyen una latencia objetivo del plano de usuario de 0.5 ms para UL (enlace ascendente) y 0.5 ms para DL (enlace descendente). El requisito general de URLLC para una transmisión de un paquete es una tasa de error de bloque (Block Error Rate, BLER) de 1E-5

35 para un tamaño de paquete de 32 bytes con una latencia del plano de usuario de 1 ms.

Desde la perspectiva de la capa física, la fiabilidad puede mejorarse de varias maneras posibles. El alcance actual para mejorar la fiabilidad implica definir cuadros CQI separados para URLLC, formatos DCI más compactos, repetición de PDCCH, etc. Sin embargo, el alcance puede ampliarse para lograr una ultra alta fiabilidad a medida que la NR se vuelve más estable y desarrollada (para los
 5 requisitos clave de NR URLLC). Los casos de uso particulares de NR URLLC en la Versión 15 incluyen realidad aumentada/realidad virtual (Augmented Reality/Virtual Reality, AR/VR), salud electrónica, seguridad electrónica y aplicaciones de misión crítica.

Además, las mejoras tecnológicas a las que se dirige NR URLLC tienen como objetivo la mejora de la latencia y la mejora de la fiabilidad. Las mejoras tecnológicas para la mejora de la
 10 latencia incluyen numerología configurable, programación no basada en ranuras con asignación flexible, enlace ascendente sin concesión (concesión configurada), repetición a nivel de ranura para canales de datos y apropiación de enlace descendente. La apropiación significa que una transmisión para la cual ya se han asignado recursos se detiene, y los recursos ya asignados se utilizan para otra transmisión que se ha solicitado posteriormente, pero que tiene requisitos de latencia más
 15 bajos/prioridad más alta. En consecuencia, la transmisión ya otorgada es apropiada por una transmisión posterior. La apropiación es aplicable independientemente del tipo de servicio particular. Por ejemplo, una transmisión para un tipo de servicio A (URLLC) puede ser apropiada por una transmisión para un tipo de servicio B (tal como eMBB). Las mejoras tecnológicas con respecto a la mejora de la fiabilidad incluyen cuadros CQI/MCS dedicados para la BLER objetivo de $1E-5$.

El caso de uso de mMTC (comunicación masiva de tipo máquina) se caracteriza por un número muy grande de dispositivos conectados que transmiten típicamente un volumen relativamente bajo de datos no sensibles al retardo. Se requiere que los dispositivos sean de bajo costo y que tengan una vida de batería muy larga. Desde la perspectiva de NR, la utilización de partes de ancho de banda muy estrechas es una solución posible para tener ahorro de energía desde la
 25 perspectiva del UE y permitir una vida de batería larga.

Como se mencionó anteriormente, se espera que el alcance de la fiabilidad en NR se vuelva más amplio. Un requisito clave para todos los casos, y especialmente necesario para URLLC y mMTC, es la alta fiabilidad o ultra alta fiabilidad. Se pueden considerar varios mecanismos para mejorar la fiabilidad desde la perspectiva de radio y la perspectiva de red. En general, hay algunas áreas
 30 potenciales clave que pueden ayudar a mejorar la fiabilidad. Entre estas áreas se encuentran la información de canal de control compacta, la repetición de canales de datos/control y la diversidad con respecto a la frecuencia, el tiempo y/o el dominio espacial. Estas áreas son aplicables a la fiabilidad en general, independientemente de los escenarios de comunicación particulares.

Para NR URLLC, se han identificado otros casos de uso con requisitos más estrictos,
 35 tales como la automatización de fábricas, la industria del transporte y la distribución de energía

eléctrica, incluyendo la automatización de fábricas, la industria del transporte y la distribución de energía eléctrica. Los requisitos más estrictos son una mayor fiabilidad (hasta el nivel de 10^{-6}), una mayor disponibilidad, tamaños de paquete de hasta 256 bytes, sincronización de tiempo de hasta el orden de unos pocos μ s donde el valor puede ser uno o unos pocos μ s dependiendo del rango de frecuencia y una latencia corta en el orden de 0.5 a 1 ms, en particular una latencia del plano de usuario objetivo de 0.5 ms, dependiendo de los casos de uso.

Además, para NR URLLC, se han identificado varias mejoras tecnológicas desde la perspectiva de la capa física. Entre estas se encuentran las mejoras de PDCCH (canal físico de control de enlace descendente) relacionadas con DCI compacta, repetición de PDCCH, monitoreo incrementado de PDCCH. Además, las mejoras de UCI (información de control de enlace ascendente) están relacionadas con la solicitud de repetición automática híbrida (Hybrid Automatic Repeat Request, HARQ) mejorada y mejoras de retroalimentación de CSI. También se han identificado mejoras de PUSCH relacionadas con el salto a nivel de mini-ranura y mejoras de retransmisión/repetición. El término "mini-ranura" se refiere a un intervalo de tiempo de transmisión (Transmission Time Interval, TTI) que incluye un número menor de símbolos que una ranura (una ranura que comprende catorce símbolos).

Control de QoS

El modelo de calidad de servicio (Quality of Service, QoS) de 5G se basa en flujos de QoS y admite tanto flujos de QoS que requieren una velocidad de bits de flujo garantizada (flujos de QoS GBR) como flujos de QoS que no requieren una velocidad de bits de flujo garantizada (flujos de QoS no GBR). A nivel NAS, el flujo de QoS es, por lo tanto, la granularidad más fina de diferenciación de QoS en una sesión PDU. Un flujo de QoS se identifica dentro de una sesión PDU mediante un ID de flujo de QoS (QoS Flow ID, QFI) transportado en un encabezado de encapsulación a través de la interfaz NG-U.

Para cada UE, el 5GC establece una o más sesiones PDU. Para cada UE, la NG-RAN establece al menos una portadora de radio de datos (DRB) junto con la sesión PDU, y posteriormente se pueden configurar DRB adicionales para los flujos de QoS de esa sesión PDU (depende de la NG-RAN cuándo hacerlo), por ejemplo, como se muestra anteriormente con referencia a la FIG. 3. La NG-RAN asigna paquetes que pertenecen a diferentes sesiones PDU a diferentes DRB. Los filtros de paquetes a nivel NAS en el UE y en el 5GC asocian los paquetes de UL y DL con flujos de QoS, mientras que las reglas de asignación a nivel AS en el UE y en la NG-RAN asocian los flujos de QoS de UL y DL con las DRB.

La FIG. 5 ilustra una arquitectura de referencia de no itinerancia de 5G NR (véase TS 23.501 v16.1.0, sección 4.23). Una función de aplicación (Application Function, AF), por ejemplo, un

servidor de aplicaciones externo que aloja servicios 5G, descrita a modo de ejemplo en la FIG. 4, interactúa con la red central 3GPP para proporcionar servicios, por ejemplo, para admitir la influencia de la aplicación en el enrutamiento del tráfico, accediendo a la función de exposición de red (Network Exposure Function, NEF) o interactuando con el marco de políticas para el control de políticas (véase la función de control de políticas, Policy Control Function, PCF), por ejemplo, control de QoS. Basándose en el despliegue del operador, se puede permitir que las funciones de aplicación que se consideran confiables por el operador interactúen directamente con las funciones de red pertinentes. Las funciones de aplicación que el operador no permite que accedan directamente a las funciones de red utilizan el marco de exposición externa a través de la NEF para interactuar con las funciones de red pertinentes.

La FIG. 5 muestra otras unidades funcionales de la arquitectura 5G, es decir, la función de selección de segmento de red (Network Slice Selection Function, NSSF), la función de repositorio de red (Network Repository Function, NRF), la gestión de datos unificada (Unified Data Management, UDM), la función de servidor de autenticación (Authentication Server Function, AUSF), la función de gestión de acceso y movilidad (AMF), la función de gestión de sesiones (SMF) y la red de datos (Data Network, DN), por ejemplo, servicios del operador, acceso a internet o servicios de terceros. Todas o una parte de las funciones de la red central y los servicios de aplicación pueden desplegarse y ejecutarse en entornos de computación en la nube.

En la presente descripción, por lo tanto, se proporciona un servidor de aplicaciones (por ejemplo, AF de la arquitectura 5G), que comprende un transmisor, el cual, en funcionamiento, transmite una solicitud que contiene un requisito de QoS para al menos uno de los servicios URLLC, eMBB y mMTC a al menos una de las funciones (por ejemplo, NEF, AMF, SMF, PCF, UPF, etc.), del 5GC para establecer una sesión PDU que incluye una portadora de radio entre un gNodeB y un UE de acuerdo con el requisito de QoS y circuitería de control, la cual, en funcionamiento, realiza los servicios utilizando la sesión PDU establecida.

Terminal

Un terminal o terminal de usuario o dispositivo de usuario o estación móvil o nodo móvil se denomina en LTE y NR como un equipo de usuario (UE). Este puede ser un dispositivo móvil o un aparato de comunicación tal como un teléfono inalámbrico, un teléfono inteligente, una computadora tipo tableta o una memoria bus serie universal (Universal Serial Bus, USB) con la funcionalidad de un equipo de usuario. Sin embargo, el término dispositivo móvil no se limita a ello, en general, un repetidor también puede tener la funcionalidad de dicho dispositivo móvil, y un dispositivo móvil también puede funcionar como un repetidor. Por ejemplo, un terminal es una entidad física (nodo físico) dentro de una red de comunicación. Además, el dispositivo de comunicación puede

ser cualquier dispositivo de comunicación de tipo máquina, tal como un dispositivo IoT o similar. Un nodo puede tener varias entidades funcionales. Una entidad funcional se refiere a un módulo de software o hardware que implementa y/u ofrece un conjunto predeterminado de funciones a otras entidades funcionales del mismo u otro nodo o de la red. Los nodos pueden tener una o más interfaces que conectan el nodo a una instalación o medio de comunicación sobre el cual los nodos pueden comunicarse. De manera similar, una entidad de red puede tener una interfaz lógica que conecta la entidad funcional a una instalación o medio de comunicación sobre el cual puede comunicarse con otras entidades funcionales o nodos correspondientes.

10 Estación base

En la presente descripción, la estación base puede ser un punto de transmisión y recepción (Transmission Reception Point, TRP), un nodo coordinador, un punto de acceso, un cabezal de radio remoto (Remote Radio Head, RRH), un eNodeB (eNB), un gNodeB (gNB), una estación base (Base Station, BS), una estación base transceptora (Base Transceiver Station, BTS), una unidad base o una puerta de enlace, por ejemplo. Además, en la comunicación de enlace lateral, se puede adoptar un terminal en lugar de una estación base. La estación base puede ser un aparato repetidor que retransmite la comunicación entre un nodo superior y un terminal. La estación base también puede ser una unidad de carretera. Una estación base puede ser un nodo de programación o un nodo de red, por ejemplo, formando una parte de la red para proporcionar servicios a los terminales. En particular, una estación base puede proporcionar acceso inalámbrico a los terminales. La comunicación entre el terminal y la estación base está típicamente estandarizada y puede definirse por diferentes capas, tales como PHY, MAC, RRC, etc. En LTE y NR, la pila de protocolos de la interfaz inalámbrica incluye la capa física, la capa de acceso al medio (MAC) y las capas superiores. En el plano de control, se proporciona el protocolo de control de recursos de radio de capa superior. A través de RRC, la estación base puede controlar la configuración de los terminales y los terminales pueden comunicarse con la estación base para realizar tareas de control tales como el establecimiento, la modificación de la conexión y de la portadora, o similares, mediciones y otras funciones. La terminología utilizada en LTE es eNB (o eNodeB), mientras que la terminología utilizada actualmente para 5G NR es gNB. El término estación base o estación base de radio se refiere aquí a una entidad física dentro de una red de comunicación. Al igual que con la estación móvil, la estación base puede tener varias entidades funcionales. Una entidad funcional se refiere a un módulo de software o hardware que implementa y/u ofrece un conjunto predeterminado de funciones a otras entidades funcionales del mismo u otro nodo o de la red. La entidad física realiza algunas tareas de control con respecto al dispositivo de comunicación, incluyendo una o más de programación y configuración. Se observa que la funcionalidad de la estación base y la funcionalidad del dispositivo de comunicación también pueden integrarse

dentro de un solo dispositivo. Por ejemplo, un terminal móvil también puede implementar la funcionalidad de una estación base para otros terminales. La terminología utilizada en LTE es eNB (o eNodeB), mientras que la terminología utilizada actualmente para 5G NR es gNB.

5 Bandas de frecuencia

La presente descripción puede aplicarse a cualquiera de una banda licenciada y una banda sin licencia.

Enlace ascendente/enlace descendente/enlace lateral

10 La presente descripción puede aplicarse a cualquiera de los enlaces ascendentes, enlaces descendentes y enlaces laterales.

La presente descripción puede aplicarse a, por ejemplo, canales de enlace ascendente, tales como PUSCH, PUCCH y PRACH, canales de enlace descendente, tales como PDSCH, PDCCH y PBCH, y canales de enlace lateral, tales como el canal físico compartido de enlace lateral (Physical Sidelink Shared Channel, PSSCH), el canal físico de control de enlace lateral (Physical Sidelink Control Channel, PSCCH) y el canal físico de difusión de enlace lateral (Physical Sidelink Broadcast Channel, PSBCH).

PDCCH, PDSCH, PUSCH y PUCCH son ejemplos de un canal de control de enlace descendente, un canal de datos de enlace descendente, un canal de datos de enlace ascendente y un canal de control de enlace ascendente, respectivamente. PSCCH y PSSCH son ejemplos de un canal de control de enlace lateral y un canal de datos de enlace lateral, respectivamente. PBCH y PSBCH son ejemplos de canales de difusión, respectivamente, y PRACH es un ejemplo de un canal de acceso aleatorio.

25 Canales de datos/canales de control

La presente descripción puede aplicarse a cualquiera de los canales de datos y canales de control. Los canales en la presente descripción pueden reemplazarse con canales de datos que incluyen PDSCH, PUSCH y PSSCH y/o canales de control que incluyen PDCCH, PUCCH, PBCH, PSCCH y PSBCH.

30

Información de control de enlace ascendente - UCI

En el contexto de LTE y 5G NR, UCI significa "información de control de enlace ascendente". La UCI desempeña un papel fundamental en la gestión y el control de la comunicación de enlace ascendente desde los dispositivos de usuario (UE) hacia la red.

Las redes de comunicación inalámbrica como 5G NR dependen de la señalización de control para gestionar diversos aspectos de la comunicación, tales como la asignación de recursos, el control de potencia y la formación de haces. La UCI es un tipo específico de señalización de control que es transmitida por los UE para transmitir información importante a la red.

5 La UCI se transmite en el enlace ascendente, que es la ruta de comunicación desde los UE hacia la estación base (gNB en la terminología de 5G NR). Esto es importante porque permite a la red recibir retroalimentación e instrucciones de los UE, lo que permite una gestión eficiente de los recursos.

10 El PUCCH es un canal físico de enlace ascendente que transporta UCI (información de control de enlace ascendente). Así como la DCI (información de control de enlace descendente) es transportada por el PDCCH, la UCI es transportada por el PUCCH. Una gran diferencia entre DCI y UCI es que la UCI puede ser transportada ya sea por el PUCCH o el PUSCH dependiendo de la situación, mientras que la DCI puede ser transportada solo por el PDCCH (en ningún caso por el PDSCH).

15 El contenido de la UCI es el siguiente. No todos estos son transportados por una sola UCI. Dependiendo de la situación, a veces solo se transporta CSI, a veces solo ACK/NACK, a veces solo SR y a veces CSI y ACK/NACK, etc. Estos tres elementos se combinan de varias maneras y se reportan a una red a través del canal físico de enlace ascendente: PUCCH o PUSCH.

ACK/NACK.

Solicitud de programación (Scheduling Request, SR).

20 CSI.

Multiplexación de UCI

25 Los mensajes de información de control de enlace ascendente (UCI) consisten en un acuse de recibo de solicitud de repetición automática híbrida (Hybrid Automatic Repeat reQuest Acknowledgment, HARQ-ACK), información de estado del canal (Channel State Information, CSI) y una solicitud de programación (SR). Estos mensajes de UCI se codifican y transmiten a través del canal físico de control de enlace ascendente (PUCCH) o se multiplexan en el PUSCH. Esto se denomina como multiplexación de UCI en PUSCH.

30 La multiplexación de UCI es el proceso de combinar o multiplexar diferentes tipos de UCI en una sola transmisión de enlace ascendente. Esto se logra mediante el uso de bloques de recursos específicos y formatos de señalización. La decisión de si se deben multiplexar diferentes tipos de UCI y cómo priorizarlos se determina típicamente por la lógica incorporada del UE, la configuración de red actual y los requisitos específicos de la red y las aplicaciones en uso. El UE y el gNB se comunican a través de diversos canales de control y procedimientos de señalización para coordinar la transmisión

de las UCI de manera efectiva mientras se optimiza la utilización de recursos y el rendimiento de la red.

La multiplexación de UCI en PUSCH implica combinar uno o más tipos de UCI en una sola transmisión en el recurso PUSCH. Esto se logra asignando diferentes tipos de UCI a bloques de recursos o símbolos específicos dentro del PUSCH. El UE se comunica con el gNB para coordinar la transmisión de UCI en el PUSCH de manera efectiva. Esta coordinación implica el uso de canales de control, concesiones de enlace ascendente y procedimientos de señalización para asegurar que la UCI se multiplexe eficientemente, optimizando la utilización de recursos y el rendimiento de la red. Los procedimientos y parámetros exactos pueden variar dependiendo de la configuración de red específica y de los tipos de UCI involucrados.

Transmitir múltiples UCI por separado resultaría en sobrecarga e ineficiencia. La multiplexación ayuda a reducir esta sobrecarga, permitiendo un uso más eficiente de los recursos de enlace ascendente. Al transmitir múltiples tipos de UCI en una sola transmisión, la latencia se reduce porque el dispositivo de usuario puede transmitir toda la información de control necesaria a la vez. Además, la multiplexación permite la transmisión simultánea de diferentes tipos de UCI, mejorando la utilización de recursos y la eficiencia de la red.

Solicitud de programación - SR

Las solicitudes de programación en redes de comunicación inalámbrica como LTE y 5G NR son un mecanismo que permite a los dispositivos de usuario (UE) solicitar recursos de red para transmitir datos. Son una parte del proceso de asignación dinámica de recursos y desempeñan un papel crucial en la optimización de la utilización de los recursos disponibles.

La SR se activa cuando el UE está en sincronización de enlace ascendente con la estación base y no tiene un recurso de enlace ascendente (PUSCH/PUCCH) asignado para la transmisión de datos. La SR se utiliza para solicitar recursos UL-SCH (concesión de enlace ascendente para una nueva transmisión en el canal PUCCH). La estación base responde al UE con una concesión de enlace ascendente en mensajes DCI 0_0 o DCI 0_1 en el canal PDCCH.

Es decir, una SR es empleada por el UE para solicitar la asignación de recursos de enlace ascendente cuando tiene datos listos para la transmisión pero no tiene una concesión de recursos para el uso del PUSCH.

Se pueden encontrar detalles ejemplares sobre las SR, por ejemplo, en 3GPP TS 38.213 V18.0.0, con fecha de septiembre de 2023: "3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; NR; Physical layer procedures for control (Release 18)", sección 9.2.4, y 3GPP TS 38.321 V17.6.0 con fecha de septiembre de 2023: "3rd Generation

Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; NR; Medium Access Control (MAC) protocol specification (Release 17)".

Señales de referencia

5 En la presente descripción, las señales de referencia son señales conocidas tanto por una estación base como por un UE y cada señal de referencia puede denominarse como señal de referencia (Reference Signal, RS) o, a veces, señal piloto. La señal de referencia puede ser cualquiera de una DMRS, una señal de referencia de información de estado del canal (Channel State Information - Reference Signal, CSI-RS), una señal de referencia de seguimiento (Tracking Reference Signal, TRS),
10 una señal de referencia de seguimiento de fase (Phase Tracking Reference Signal, PTRS), una señal de referencia específica de la celda (Cell-specific Reference Signal, CRS) y una señal de referencia de sondeo (Sounding Reference Signal, SRS).

Señal de referencia de sondeo - SRS

15 Una señal de referencia de sondeo (SRS) es una señal utilizada en sistemas de comunicación inalámbrica, tales como 4G LTE y 5G NR, para permitir que la red obtenga información sobre la calidad del canal de radio de los dispositivos de usuario (UE) en la celda. Sirve como una referencia para la estimación de la calidad del canal, permitiendo que la red ajuste los parámetros de transmisión para una comunicación optimizada.

20 El propósito principal de la SRS es proporcionar a la red información sobre las condiciones del canal experimentadas por los UE. Esta información puede ser utilizada por la red para optimizar la transmisión a cada UE y para realizar la formación de haces y el procesamiento espacial en sistemas de múltiples antenas.

25 La SRS permite que la red estime la calidad del canal de enlace ascendente desde cada UE hasta la estación base. Esta información ayuda a adaptar los esquemas de modulación y codificación, el control de potencia y otros parámetros de transmisión. En sistemas de múltiples antenas, la SRS ayuda a determinar los pesos de formación de haces óptimos para la transmisión de datos, mejorando la calidad de la señal y la cobertura. La información de SRS puede utilizarse además para mitigar la interferencia y mejorar el rendimiento general de la red.

30 Los parámetros de transmisión de SRS son configurados por la red y son específicos para cada UE. Estos parámetros incluyen la frecuencia, el tiempo y la duración de las transmisiones de SRS. La configuración se basa en las necesidades de la red y puede variar dependiendo de factores tales como la carga de la red, la movilidad del dispositivo y los requisitos del servicio.

La SRS se puede configurar para transmitirse en subportadoras específicas (frecuencia) y dentro de ciertos intervalos de tiempo (tiempo). Esto permite que la red recopile información de calidad del canal en las ubicaciones y tiempos deseados.

La SRS puede transmitirse en diferentes modos, incluyendo los modos periódico y aperiódico. En el modo periódico, la SRS se transmite a intervalos regulares según lo configurado por la red. Proporciona una retroalimentación continua sobre las condiciones del canal, lo cual es beneficioso para mantener un rendimiento óptimo. En el modo aperiódico, un UE también puede transmitir SRS en respuesta a eventos o comandos específicos de la red. Esto proporciona una retroalimentación más flexible cuando la calidad del canal cambia rápidamente.

Los UE transmiten SRS de acuerdo con su configuración. La red recibe y procesa los reportes de SRS para realizar ajustes para optimizar la comunicación con el UE, lo que puede incluir el ajuste de la potencia de transmisión, la modulación, la codificación y la formación de haces de antena.

15 Señal de referencia de información de estado del canal (CSI-RS)

La CSI-RS (señal de referencia de información de estado del canal) es una señal utilizada en LTE y 5G NR para medir la calidad del canal inalámbrico entre el UE y la estación base. Puede transmitirse periódicamente por la estación base en elementos de recurso (recursos) específicos en el dominio de frecuencia, y el UE utiliza la CSI-RS recibida para estimar la calidad del canal, que puede utilizarse para la formación de haces y otras técnicas. El UE también puede utilizar la CSI-RS para la retroalimentación a la estación base, indicando el esquema de modulación y codificación que puede admitirse en el canal actual. La CSI-RS es un componente para proporcionar altas velocidades de datos y una comunicación confiable.

25 Grupo de conjuntos de recursos de CSI-RS

El grupo de conjuntos de recursos de CSI-RS es un concepto que se refiere a un grupo de conjuntos de recursos de CSI-RS con características de transmisión similares. Los grupos de conjuntos de recursos de CSI-RS pueden utilizarse para optimizar la eficiencia de la transmisión y reducir la sobrecarga asociada con la señalización de control individualizada. Puede permitir que la estación base transmita un solo conjunto de recursos de CSI-RS para múltiples antenas o puntos de transmisión, reduciendo así el número de señales de control requeridas para la formación de haces y otras técnicas de optimización de transmisión.

El grupo de conjuntos de recursos de CSI-RS se caracteriza por un identificador único, conocido como índice de configuración de CSI-RS (CSI-RS Configuration Index, CRI). El CRI es utilizado por el UE para identificar el grupo de conjuntos de recursos de CSI-RS y las características de

transmisión asociadas. El grupo de conjuntos de recursos de CSI-RS puede utilizarse para una variedad de parámetros de transmisión, incluyendo la formación de haces, la medición de la calidad del canal y el traspaso.

5 Reporte de CSI

La información de estado del canal es un término general para la información que describe las características del canal de radio.

El reporte de CSI, por ejemplo, en LTE o 5G NR, es un mecanismo mediante el cual el UE puede proporcionar retroalimentación a la estación base sobre la calidad del canal de radio. Para este propósito, el UE estima la calidad del canal basándose en las señales de referencia enviadas por la estación base, y reporta esta información a la estación base.

El reporte de CSI en 5G NR es más avanzado que en LTE e incluye una variedad de tipos de retroalimentación y configuraciones de reporte. El UE estima la calidad del canal basándose en las señales de referencia, incluyendo la CSI-RS y la señal de referencia de demodulación (Demodulation Reference Signal, DMRS), enviadas por la estación base. El UE luego reporta esta información a la estación base utilizando uno o más tipos de retroalimentación, tales como:

Retroalimentación de CSI periódica: el UE envía retroalimentación de CSI a intervalos regulares especificados por la estación base.

Retroalimentación de CSI aperiódica: el UE envía retroalimentación de CSI cuando las condiciones del canal cambian significativamente.

Retroalimentación de CSI semipersistente: el UE envía retroalimentación de CSI periódicamente con un cierto desplazamiento, lo que permite a la estación base anticipar cuándo se recibirá la retroalimentación.

Los tipos de retroalimentación se pueden configurar con diferentes configuraciones de reporte, las cuales incluyen el número de bits utilizados para codificar la retroalimentación, la frecuencia del reporte de retroalimentación y la agregación de múltiples subportadoras o antenas.

La estación base puede utilizar la retroalimentación de CSI para adaptar los parámetros de transmisión, tales como el esquema de modulación y codificación, a las condiciones actuales del canal. El reporte de CSI es un mecanismo para lograr altas velocidades de datos y un uso eficiente del espectro de radio en 5G NR.

HARQ-ACK

HARQ-ACK, o acuse de recibo de solicitud de repetición automática híbrida, es un concepto en la comunicación inalámbrica, particularmente en los sistemas 4G LTE y 5G NR (Nueva

Radio). El HARQ-ACK se utiliza para gestionar la transmisión de datos entre el dispositivo de usuario (UE) y la red, asegurando la fiabilidad de los datos y el uso eficiente de los recursos de comunicación.

HARQ-ACK se utiliza para reconocer la recepción exitosa de datos. Cuando la red (eNodeB en LTE o gNodeB en 5G) envía datos a un dispositivo de usuario, espera un acuse de recibo de que los datos se recibieron correctamente. El acuse de recibo indica si los datos deben considerarse recibidos con éxito o si necesitan ser retransmitidos. Si el UE detecta errores en los datos recibidos, envía un acuse de recibo negativo (Negative Acknowledgment, NACK) para solicitar la retransmisión de los datos. Esto asegura que los errores de datos se corrijan para una comunicación confiable.

La red (eNodeB o gNodeB) envía datos al dispositivo de usuario (UE) a través del canal de enlace descendente. El UE intenta decodificar y recibir los datos correctamente. Después de recibir los datos, el UE realiza una detección de errores y verifica si los datos se recibieron correctamente. Si los datos están libres de errores, el UE envía un acuse de recibo positivo (Acknowledgment, ACK) a la red para confirmar la recepción exitosa. Si se detectan errores, envía un acuse de recibo negativo (NACK) para solicitar la retransmisión. Si el UE envía un NACK, la red puede programar una retransmisión de los datos. El proceso continúa hasta que el UE recibe con éxito los datos o hasta que se alcanza un número máximo predefinido de intentos de transmisión.

Existen dos tipos principales de retroalimentación HARQ-ACK: el acuse de recibo (ACK), que es enviado por el UE para confirmar la recepción exitosa de los datos (la red no necesita retransmitir los datos en respuesta a un ACK); y el acuse de recibo negativo (NACK), que es enviado por el UE para indicar que se detectaron errores en los datos recibidos y que se necesita una retransmisión. Cuando los datos se reciben con éxito (ACK), se evitan retransmisiones innecesarias, ahorrando ancho de banda y reduciendo la latencia. Cuando se detectan errores (NACK), la red puede retransmitir rápidamente los datos, asegurando una comunicación confiable. El HARQ-ACK es adaptativo, lo que significa que permite varios intentos de transmisión antes de concluir que los datos no pueden recibirse con éxito. Esta adaptabilidad mejora las posibilidades de una transmisión de datos exitosa bajo condiciones de canal variables.

Se pueden encontrar detalles ejemplares sobre HARQ-ACK, por ejemplo, en 3GPP 38.212 V18.0.0 con fecha de septiembre de 2023: "3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; NR; Multiplexing and channel coding (Release 18)", secciones 6.3.1.1 y 6.3.2.1.

Recepción discontinua - DRX

En el contexto de los estándares de comunicación inalámbrica 5G NR y LTE, la DRX (recepción discontinua) es una función de ahorro de energía que ayuda a prolongar la vida útil de la batería de los UE al permitirles entrar periódicamente en un modo de baja potencia o de reposo.

La DRX se utiliza en LTE para ahorrar energía en los dispositivos de usuario cuando no se están comunicando activamente con la red. Es particularmente importante para extender la duración de la batería de los dispositivos móviles. La DRX funciona permitiendo que un dispositivo apague periódicamente su receptor durante periodos cortos. Durante estos periodos de "apagado" o periodos no activos, el dispositivo no escucha los datos entrantes, lo que conserva energía. El dispositivo se activa a intervalos predefinidos para verificar si hay datos pendientes y, si hay datos esperando, enciende el receptor y recibe los datos. Los parámetros de DRX son configurados típicamente por la red y pueden variar según el caso de uso específico. Los parámetros incluyen la duración de encendido (tiempo que el receptor está encendido; periodos activos) y la duración de apagado (tiempo que el receptor está apagado; periodos no activos).

De manera similar a LTE, la DRX en 5G NR está diseñada para ahorrar energía en los dispositivos de usuario manteniendo la capacidad de recibir datos cuando sea necesario. Es una característica clave para el funcionamiento eficiente de la batería en las redes 5G. La DRX de 5G NR opera de manera similar a la de LTE, con la diferencia clave de la flexibilidad y granularidad que ofrece. 5G NR proporciona parámetros de DRX más configurables, lo que permite un control más fino sobre los patrones de reposo y activación del receptor del dispositivo. En 5G NR, los operadores de red tienen más flexibilidad para configurar los parámetros de DRX. Esto incluye la capacidad de establecer la duración de encendido (periodo activo), la duración de apagado (periodo no activo) y los ciclos de DRX para adaptarse mejor a los requisitos específicos de diferentes aplicaciones y servicios.

Se pueden encontrar detalles ejemplares sobre la DRX, por ejemplo, en 3GPP TS 38.304 V17.6.0 con fecha de septiembre de 2023: "3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; NR; User Equipment (UE) procedures in Idle mode and RRC Inactive State (Release 17)", sección 7.1.

25 DRX de celda

La DRX de celda, que significa "recepción discontinua de celda", es una función de ahorro de energía utilizada en los estándares de comunicación inalámbrica 4G LTE y 5G NR. Permite que los UE reduzcan su consumo de energía entrando en un estado de baja potencia cuando no hay datos para recibir de la red. Una DRX de celda periódica (es decir, periodos activos y no activos) puede configurarse por una estación base a través de señalización RRC específica del UE por celda de servicio, por ejemplo.

La DRX de celda opera a nivel de celda, lo que significa que es una función gestionada por la celda de la red (la estación base) para controlar el comportamiento de los UE dentro de su área de cobertura. La red configura los parámetros de DRX de celda para los UE. Esto incluye especificar el ciclo de DRX y varios parámetros de temporización, incluyendo la duración del estado de encendido

(modo activo; periodos activos) y el estado de apagado (estado no activo; periodos no activos). La red puede realizar una búsqueda (enviar un mensaje) al dispositivo durante el estado de apagado para activarlo cuando haya datos entrantes o una necesidad de comunicación. Esto minimiza el consumo de energía durante los periodos de inactividad, pero asegura que el dispositivo siga respondiendo a los comandos de la red.

La red puede configurar los parámetros de DRX de celda para que coincidan con los requisitos específicos de diferentes casos de uso, asegurando un equilibrio óptimo entre el ahorro de energía y la capacidad de respuesta. Es decir, al configurar el ciclo de DRX y los parámetros de temporización, la red puede optimizar la eficiencia energética mientras asegura que los dispositivos sigan respondiendo a los comandos de la red y a los datos entrantes.

DRX en modo conectado - (Connected mode DRX, C-DRX)

La DRX en modo conectado, C-DRX, es una función de ahorro de energía utilizada en la comunicación inalámbrica. Permite que los dispositivos de usuario reduzcan su consumo de energía mientras permanecen conectados a la red, principalmente durante las actividades de transmisión y recepción de datos.

El propósito principal de la DRX en modo conectado es conservar energía en los dispositivos de usuario durante las sesiones de comunicación activas. Mientras que la recepción discontinua (DRX) tradicional se utiliza durante los periodos de inactividad o de espera, la DRX en modo conectado está diseñada para optimizar el uso de energía cuando un dispositivo se está comunicando activamente con la red.

La DRX en modo conectado, C-DRX, funciona cuando un UE está en un estado conectado, lo que significa que está participando activamente en la transmisión o recepción de datos con la red. La red puede configurar dinámicamente los parámetros de C-DRX para los UE durante las conexiones activas. Estos parámetros incluyen el ciclo de DRX, el temporizador de inactividad, la duración de encendido (periodo activo) del ciclo y/o la duración de apagado (periodo no activo). El ciclo de DRX en modo conectado puede ser más corto y frecuente en comparación con la DRX en estado de inactividad. Define la temporización para que el dispositivo cambie periódicamente entre los modos activo (recepción) y de reposo (baja potencia) durante una conexión activa. El temporizador de inactividad es un parámetro que define cuánto tiempo permanecerá el dispositivo en el modo activo después de la última transmisión o recepción de datos. Si no hay actividad durante este periodo, el dispositivo entra en el modo de reposo para ahorrar energía. La red puede ajustar dinámicamente los parámetros de C-DRX basándose en el patrón de tráfico y las necesidades específicas de comunicación del dispositivo. Por ejemplo, si el dispositivo está participando en una sesión de datos en curso, la duración de encendido (periodo activo) puede extenderse para asegurar la capacidad de respuesta.

La C-DRX puede reducir el consumo de energía de los dispositivos de usuario durante las sesiones de comunicación activas, mejorando su eficiencia energética general. La función equilibra el ahorro de energía con la capacidad de respuesta de la red. Los dispositivos pueden activarse rápidamente desde el estado de baja potencia cuando hay datos para transmitir o recibir, asegurando una experiencia de usuario fluida. La red puede adaptar los parámetros de C-DRX para adaptarse a diferentes casos de uso, como la transmisión de video por secuencias, la navegación web o las llamadas de voz. Esta personalización asegura una gestión óptima de la energía durante varios tipos de conexiones.

Al configurar dinámicamente los parámetros de C-DRX, la red puede equilibrar la eficiencia energética con la capacidad de respuesta de la red, asegurando que los dispositivos sigan respondiendo durante la transmisión y recepción de datos mientras conservan energía durante los periodos de inactividad.

Se pueden encontrar detalles ejemplares sobre C-DRX, por ejemplo, en 3GPP TS 38.321 V17.6.0 con fecha de septiembre de 2023: "3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; NR; Medium Access Control (MAC) protocol specification (Release 17)", sección 5.7.

Transmisión de señales en el marco de una configuración de DRX

De acuerdo con el acuerdo actual de RAN1/RAN2, ciertos canales/señales pueden no transmitirse durante los periodos no activos de una DRX de celda. En otras palabras, las UCI y/o los datos en un PUSCH pueden no transmitirse durante los periodos no activos, en donde dichas UCI/datos incluyen contenidos de uno de los siguientes: una solicitud de programación (SR), datos en un PUSCH de concesión configurada (Configured Grant, CG), reporte de CSI periódico o semipersistente, y SRS periódica o semipersistente.

Por otro lado, ciertos canales/señales no se ven afectados por la configuración de DRX y, en otras palabras, pueden ser transmitidos por un UE también durante los periodos no activos de la configuración de DRX de celda. Específicamente, dichos canales/señales que se transmiten durante los periodos no activos de una DRX de celda incluyen una SRS para posicionamiento, HARQ-ACK de una programación semipersistente (Semi-Persistent Scheduling, SPS), PDSCH, y/o HARQ-ACK de un formato DCI sin programar un PDSCH. Además, las señales/canales que podrían transmitirse incluso durante los periodos no activos de una DRX de celda pueden incluir reportes de CSI aperiódicos en un PUSCH (por ejemplo, que son activados por PDCCH), los cuales se superponen parcial o totalmente con un periodo no activo de una DRX de celda, HARQ-ACK de un PDSCH programado dinámicamente, que se superpone parcial o totalmente con un periodo no activo de una DRX de celda, y PUSCH

programado dinámicamente (por ejemplo, programado por PDCCH), que se superpone parcial o totalmente con un periodo no activo de una DRX de celda.

Sin embargo, los siguientes canales/señales pueden o no transmitirse durante un periodo no activo de una DRX de celda: una solicitud de programación (SR), datos en un PUSCH de concesión configurada (CG), reporte de CSI periódico o semipersistente, y SRS periódica o semipersistente, en donde dicha señal/canal se superpone parcialmente con un periodo no activo de la DRX de celda; UCI multiplexada en un PUCCH, en donde los recursos de PUCCH respectivos antes y/o después de la multiplexación se superponen con un periodo no activo de la DRX de celda y al menos una de las UCI multiplexadas se relaciona con una solicitud de programación (SR), datos en un PUSCH de concesión configurada (CG), reporte de CSI periódico o semipersistente; y UCI multiplexadas en un PUSCH, en donde los recursos respectivos de PUCCH y/o PUSCH se superponen con un periodo no activo de la DRX de celda y al menos una de las UCI multiplexadas se relaciona con una solicitud de programación (SR), datos en un PUSCH de concesión configurada (CG), reporte de CSI periódico o semipersistente.

Por lo tanto, si un UE transmite una UCI multiplexada con otra UCI y/o en un PUSCH, pero la red (por ejemplo, eNB o gNB) no espera una transmisión de la señal multiplexada, se provoca un consumo de energía y una carga de procesamiento innecesarios en el UE. Por otro lado, si el UE no transmite la señal multiplexada o transmite selectivamente algunas UCI, la red (por ejemplo, eNB o gNB) se vería obligada a realizar una detección a ciegas de múltiples posibilidades, lo que causaría un efecto negativo en la estabilidad de la red y en la operación alineada de la red (por ejemplo, eNB o gNB) y el UE.

La presente descripción aborda dichos canales/señales que pueden o no transmitirse durante un periodo no activo de una DRX de celda. Sin embargo, la presente descripción no se limita a una configuración de DRX de celda, sino que puede aplicarse a cualquier DRX con la que se pueda configurar un UE.

Modalidades

La presente descripción aborda una situación en la que un UE 100 está configurado con una DRX de celda y una o más UCI deben multiplexarse en un PUCCH o un PUSCH. El UE 100 determina que una UCI se descarta/omite antes de la multiplexación o que no se genera y/o transmite una señal multiplexada que incluye dicha UCI basándose en: si una UCI se superpone con un periodo no activo de la DRX de celda antes de la multiplexación; si un recurso de PUCCH o PUSCH utilizado después de la multiplexación se superpone con un periodo no activo de la DRX de celda; si ninguna de las UCI/PUSCH a multiplexar debe estar libre de un impacto de una operación de DRX de celda alrededor del límite entre periodos activos y periodos no activos; si ninguna de las UCI/PUSCH a

multiplexar no debe verse afectada por la operación de DRX de celda durante el periodo no activo; si alguna de las UCI/PUSCH a multiplexar se vería afectada por la operación de DRX de celda durante un periodo no activo; y si la UCI está fuera de un periodo activo de una C-DRX, si está configurada, y/o un periodo activo de DRX de celda. Sin embargo, el periodo no activo no se limita a un periodo no activo de una DRX de celda o una C-DRX, sino que puede relacionarse con un periodo no activo de cualquier DRX, incluyendo periodos no activos de una pluralidad de DRX.

A continuación, se describirán los UE, las estaciones base y los procedimientos para la nueva tecnología de acceso por radio prevista para los sistemas de comunicación móvil 5G, pero que también pueden utilizarse en sistemas de comunicación móvil LTE, sistemas de comunicación móvil 6G y otros sistemas de comunicación inalámbricos o cableados. También se explicarán diferentes implementaciones y variantes. La siguiente descripción fue facilitada por las discusiones y hallazgos descritos anteriormente y puede, por ejemplo, basarse al menos en parte en ellos.

En general, debe tenerse en cuenta que aquí se han hecho muchas suposiciones para poder explicar los principios que subyacen a la presente descripción de una manera clara y comprensible. No obstante, estas suposiciones deben entenderse meramente como ejemplos realizados aquí con fines ilustrativos que no deben limitar el alcance de la descripción.

Además, algunos de los términos de los procedimientos, entidades, capas, etc., utilizados a continuación están estrechamente relacionados con los sistemas LTE/LTE-A o con la terminología utilizada en la estandarización actual de 3GPP 5G, a pesar de que la terminología específica que se utilizará en el contexto de la nueva tecnología de acceso por radio para los próximos sistemas de comunicación 3GPP 5G no está totalmente decidida todavía o podría cambiar finalmente. Por lo tanto, los términos podrían cambiarse en el futuro, sin afectar al funcionamiento de las modalidades. En consecuencia, una persona experta en la técnica es consciente de que las modalidades y su alcance de protección no deben restringirse a términos particulares utilizados aquí a modo de ejemplo por falta de una terminología más reciente o acordada finalmente, sino que deben entenderse de forma más amplia en términos de funciones y conceptos que subyacen al funcionamiento y los principios de la presente descripción.

Por ejemplo, una estación móvil o nodo móvil o terminal de usuario o equipo de usuario (UE) es una entidad física (nodo físico) dentro de una red de comunicación. Un nodo puede tener varias entidades funcionales. Una entidad funcional se refiere a un módulo de software o hardware que implementa y/u ofrece un conjunto predeterminado de funciones a otras entidades funcionales del mismo u otro nodo o de la red. Los nodos pueden tener una o más interfaces que conectan el nodo a una instalación o medio de comunicación sobre el cual los nodos pueden comunicarse. De manera similar, una entidad de red puede tener una interfaz lógica que conecta la

entidad funcional a una instalación o medio de comunicación sobre el cual puede comunicarse con otras entidades funcionales o nodos correspondientes.

El término "estación base" o "estación base de radio" se refiere aquí a una entidad física dentro de una red de comunicación. Al igual que con la estación móvil, la estación base puede tener varias entidades funcionales. Una entidad funcional se refiere a un módulo de software o hardware que implementa y/u ofrece un conjunto predeterminado de funciones a otras entidades funcionales del mismo u otro nodo o de la red. La entidad física realiza algunas tareas de control con respecto al dispositivo de comunicación, incluyendo una o más de programación y configuración. Se observa que la funcionalidad de la estación base y la funcionalidad del dispositivo de comunicación también pueden integrarse dentro de un solo dispositivo. Por ejemplo, un terminal móvil puede implementar también la funcionalidad de una estación base para otros terminales. La terminología utilizada en LTE es eNB (o eNodeB), mientras que la terminología utilizada actualmente para 5G NR es gNB.

La comunicación entre el UE y la estación base está típicamente estandarizada y puede definirse por diferentes capas, tales como PHY, MAC, RRC, etc. (véase la discusión de antecedentes antes mencionada).

La presente descripción se relaciona con un UE, una estación base y métodos de un UE y una estación base que abordan cuestiones relacionadas con las transmisiones de CSI en el marco de una configuración de DRX.

La FIG. 6 ilustra un diagrama de bloques general, simplificado y ejemplar de un equipo de usuario 100 (también denominado como dispositivo de comunicación) y una estación base 200 que aquí se supone, a modo de ejemplo, que es un dispositivo de programación como un eNB o gNB (nodo de red). Sin embargo, en general, un dispositivo de programación también puede ser un terminal en caso de una conexión de enlace lateral entre dos terminales. Además, en particular con respecto a los casos de uso de URLLC, eMBB y mMTC, el dispositivo de comunicación 100 también puede ser un dispositivo sensor, un dispositivo portable, un vehículo conectado o un controlador de una máquina automatizada en una fábrica industrial. Además, un dispositivo de comunicación 200 puede ser capaz de funcionar como un repetidor entre la estación base y otro dispositivo de comunicación (por ejemplo, la descripción no se limita a "terminales" de comunicación o "terminales" de usuario).

El UE 100 y la estación base 200 (eNB/gNB) se comunican entre sí a través de un canal físico (inalámbrico) 300 utilizando respectivamente sus transceptores 110 (lado del UE) y 210 (lado de la estación base). Juntos, la estación base 200 y el UE 100 forman el sistema de comunicación 10. El sistema de comunicación 10 puede incluir además otras entidades como las que se muestran en la FIG. 1.

El UE 100 puede comprender el transceptor 110 y una circuitería (de procesamiento) 120, y el dispositivo de programación 200 puede comprender el transceptor 210 y una circuitería (de procesamiento) 220. El transceptor 110, 210, a su vez, puede comprender y/o funcionar como un receptor y/o un transmisor. En esta descripción, en otras palabras, el término "transceptor" se utiliza para los componentes de hardware y software que permiten al UE 100, o, respectivamente, a la estación base 200, transmitir y/o recibir señales de radio a través de un canal inalámbrico 300. En consecuencia, un transceptor corresponde a un receptor, un transmisor o una combinación de receptor y transmisor. Típicamente, se supone que una estación base 200 y un UE 100 son capaces de transmitir así como de recibir señales de radio. Sin embargo, particularmente con respecto a algunas aplicaciones de eMBB, mMTC y URLLC (hogar inteligente, ciudad inteligente, automatización industrial, etc.), son concebibles casos en los que un dispositivo, como un sensor, solo recibe señales. Además, el término "circuitería" incluye circuitería de procesamiento formada por uno o más procesadores o unidades de procesamiento, etc.

Como se muestra en la FIG. 6, en algunas modalidades, el equipo de usuario, UE, 100, comprende un transceptor 110 y una circuitería 120. La circuitería 120, en funcionamiento, cuando el UE 100 está configurado con al menos una recepción discontinua, DRX, que incluye periodos no activos, realiza una primera determinación sobre si una primera información de control de enlace ascendente, UCI, debe multiplexarse con al menos una segunda UCI y/o en un canal físico compartido de enlace ascendente, PUSCH, para formar una señal multiplexada. Dependiendo del resultado de la primera determinación, la circuitería 120 realiza una segunda determinación sobre si la primera UCI debe omitirse antes de la multiplexación, o sobre si la transmisión de la señal multiplexada debe omitirse, basándose en al menos una de una relación de temporización entre los recursos dedicados a una transmisión de la primera UCI antes de la multiplexación y los periodos no activos, y una relación de temporización entre los recursos dedicados a una transmisión de la señal multiplexada y los periodos no activos. La circuitería 120 realiza además la multiplexación para formar la señal multiplexada de acuerdo con los resultados de la primera determinación y la segunda determinación, y hace que el transceptor 110 transmita la señal multiplexada de acuerdo con el resultado de la segunda determinación.

Por ejemplo, la circuitería 120, en funcionamiento, realiza la segunda determinación si, como resultado de la primera determinación, la primera UCI debe multiplexarse con la al menos una segunda UCI y/o en el PUSCH para formar la señal multiplexada.

Se observa que el UE 100 puede estar configurado con una sola configuración de DRX o con más de una, por ejemplo, dos o más configuraciones de DRX. Las configuraciones de DRX pueden incluir cualquiera de una configuración de DRX regular (DRX en modo inactivo), una configuración de DRX de celda o una configuración de DRX en modo conectado (configuración de C-

DRX). Los tiempos activos (periodos de encendido) y los tiempos no activos (periodos de apagado) pueden ser de conformidad con la configuración respectiva y/o pueden ajustarse dinámicamente, en donde la estación base (gNB, por ejemplo) indica parámetros que definen el ciclo y/o las duraciones de los periodos activos y no activos de manera dinámica a través de señalización. En otras palabras,
 5 los periodos no activos de la DRX no necesariamente deben regirse únicamente por la configuración.

Una relación de temporización puede ser una relación entre las ubicaciones temporales de los recursos y un determinado periodo como el periodo no activo. Una relación de temporización puede indicar que dichos recursos se superponen temporalmente con el periodo (incluyendo un caso en el que las ubicaciones temporales de los recursos están totalmente incluidas en el periodo; es decir,
 10 la relación de temporización puede indicar que las ubicaciones temporales de los recursos se superponen al menos parcialmente con el periodo), o que las ubicaciones temporales de dichos recursos no se superponen con el periodo, es decir, se encuentran totalmente fuera del periodo.

Cuando se omite una primera UCI antes de la multiplexación, se realiza la multiplexación, en la cual dicha UCI no se multiplexa con otra UCI y/o en un PUSCH. En otras palabras,
 15 la multiplexación todavía puede realizarse, multiplexando otras UCI entre sí y/o en un PUSCH. Sin embargo, si la primera UCI debe multiplexarse con una única UCI adicional o únicamente en un PUSCH, la multiplexación puede no realizarse y, en este caso, la señal denominada "señal multiplexada" se refiere solo a la otra UCI o al PUSCH.

La señal multiplexada puede transmitirse de acuerdo con el resultado de la segunda
 20 determinación en el sentido de que si se determina que la señal multiplexada no debe transmitirse, la transmisión se omite/no se realiza. Además, si se determina, en la segunda determinación, que la señal multiplexada no debe transmitirse, la multiplexación para formar la señal multiplexada de acuerdo con el resultado de la primera determinación y la segunda determinación puede interpretarse en el sentido de que la multiplexación se omite/no se realiza, ya que no se realizaría la transmisión de
 25 la señal multiplexada resultante de dicha multiplexación. Por lo tanto, la multiplexación puede omitirse en este caso, lo que resulta en un consumo de energía reducido y/o una cantidad de procesamiento reducida.

Los recursos dedicados a la transmisión de una UCI antes de la multiplexación se refieren a recursos calculados o determinados por el UE 100 que se utilizarían en un caso en el que la
 30 UCI no se multiplexa con otra UCI y/o en un PUSCH.

La primera UCI puede ser una UCI que transporta al menos uno de entre una solicitud de programación, SR, y un reporte de CSI periódico o semipersistente, o cualquier otro contenido que causaría que la UCI no se transmitiera cuando los recursos respectivos se superponen con un periodo no activo, en caso de que no se realizara ninguna multiplexación.

La FIG. 7A muestra una estructura funcional de la circuitería 120. En particular, incluye una circuitería de control de transceptor 121. La circuitería de control de transceptor 121, en funcionamiento, controla al transceptor 110 para realizar las operaciones descritas. Además, la circuitería 120 incluye una circuitería de determinación 122 la cual, en funcionamiento, realiza las

5 operaciones de la circuitería 120 según lo descrito.

La FIG. 7B muestra una estructura funcional de la circuitería 220. En particular, la circuitería 220 incluye una circuitería de control de transceptor 221. La circuitería de control de transceptor 221, en funcionamiento, controla al transceptor 210. Además, la circuitería 220 incluye una circuitería de procesamiento 222 la cual, en funcionamiento, realiza las operaciones de la

10 circuitería 220.

Las circuiterías 120, 220 pueden ser una o más piezas de hardware, tales como uno o más procesadores o cualquier LSI. Entre el transceptor 110, 210 y la circuitería 120, 220 hay un punto (o nodo) de entrada/salida 130, 230 a través del cual la circuitería de procesamiento 120, 220, cuando está en funcionamiento, puede controlar el transceptor 110, 210, es decir, controlar el receptor y/o el

15 transmisor e intercambiar datos de recepción/transmisión. El transceptor 110, 210, como transmisor y receptor, puede incluir el frontal de radiofrecuencia (Radio Frequency, RF) que incluye una o más antenas, amplificadores, moduladores/demoduladores de RF y similares. La circuitería 120, 220 puede implementar tareas de control tales como controlar el transceptor 110, 210 para transmitir datos de usuario y datos de control proporcionados por la circuitería 120, 220 y/o recibir datos de usuario y

20 datos de control que son procesados posteriormente por la circuitería 120, 220. La circuitería 120, 220 también puede ser responsable de realizar otros procesos tales como determinar, decidir, calcular, medir, etc. El transmisor puede ser responsable de realizar el proceso de transmisión y otros procesos relacionados con el mismo. El receptor puede ser responsable de realizar el proceso de recepción y otros procesos relacionados con el mismo.

Se observa que las circuiterías 120, 220 pueden ser una circuitería de procesamiento general que incluye uno o más procesadores que pueden ejecutar instrucciones de código almacenadas en una memoria (que también puede ser parte de la circuitería 120, 220) y que puede incluir porciones de las instrucciones de código correspondientes a la funcionalidad descrita anteriormente con referencia a la circuitería respectiva. La funcionalidad puede proporcionarse mediante adaptación de

30 hardware y/o mediante software. La presente descripción no se limita a ninguna circuitería particular y las modalidades de la descripción pueden incluir hardware dedicado o programable o hardware de propósito general o cualquier combinación de los mismos.

Se observa además que cualquiera de los pasos u operaciones descritos a continuación pueden ser realizados o controlados por la circuitería 120 (en el lado del UE 100) y/o la circuitería 220

35 (en el lado de la estación base 200). En particular, en la descripción adicional, los detalles y

modalidades se aplican a cada uno de los UE 100, la estación base 200 y los métodos, a menos que una declaración explícita o el contexto indiquen lo contrario.

Se observa además que estos y otros aspectos pueden combinarse con o incluirse en las siguientes modalidades específicas de la presente descripción.

5

Primera modalidad

De acuerdo con una primera modalidad, el UE 100 comprende un transceptor 110 y una circuitería 120. La circuitería 120, en funcionamiento, cuando el UE 100 está configurado con al menos una recepción discontinua, DRX, que incluye periodos no activos, realiza una primera
 10 determinación sobre si una primera información de control de enlace ascendente, UCI, debe multiplexarse con al menos una segunda UCI y/o en un canal físico compartido de enlace ascendente, PUSCH, para formar una señal multiplexada. Además, dependiendo del resultado de la primera determinación, la circuitería 120 realiza una segunda determinación sobre si la primera UCI debe omitirse antes de la multiplexación, basándose en una relación de temporización entre los recursos
 15 dedicados a una transmisión de la primera UCI antes de la multiplexación y los periodos no activos. Luego, la circuitería 120 realiza la multiplexación para formar la señal multiplexada de acuerdo con los resultados de la primera determinación y la segunda determinación, y hace que el transceptor 110 transmita la señal multiplexada de acuerdo con el resultado de la segunda determinación.

Por ejemplo, la circuitería 120, en funcionamiento, determina, en la segunda
 20 determinación, que la primera UCI debe omitirse antes de la multiplexación si la relación de temporización entre los recursos dedicados a la transmisión de la primera UCI antes de la multiplexación indica que dichos recursos se superponen con un periodo no activo.

En otras palabras, cuando se van a multiplexar la o las UCI que se superponen con un periodo no activo de una DRX, el UE 100 descarta/omite, antes de la multiplexación, la UCI que se
 25 superpone con dicho periodo no activo de una DRX. La o las UCI descartadas/omitidas antes de la multiplexación pueden ser la o las UCI que transportan al menos una solicitud de programación, SR, y un reporte de CSI periódico o semipersistente, o cualquier otro contenido que causaría que la UCI no se transmitiera si los recursos respectivos se superponen con un periodo no activo, en caso de que no se realizara ninguna multiplexación.

30

La FIG. 8A ilustra de manera ejemplar la omisión de una primera UCI en un caso donde los recursos dedicados a la transmisión de la primera UCI antes de la multiplexación se superponen con un periodo no activo de una DRX de celda. Específicamente, en el ejemplo ilustrado en la figura, los recursos dedicados a la transmisión de la UCI #2 antes de la multiplexación se superponen con un periodo no activo de una DRX de celda, mientras que los recursos de las UCI #1

y #3 antes de la multiplexación se encuentran temporalmente ubicados en su totalidad en el periodo activo del ciclo de DRX de celda.

Es decir, en el ejemplo ilustrado, la UCI #2 representa una primera UCI y las UCI #1 y #3 representan segundas UCI. En este caso, el UE 100 (por ejemplo, la circuitería 120) determina que las UCI #1 a #3 deben multiplexarse. Por otro lado, dado que los recursos de la UCI #2 antes de la multiplexación se superponen temporalmente con el periodo no activo, la UCI #2 se descarta/omite antes de generar la señal multiplexada.

En consecuencia, en este ejemplo, la circuitería 120 determina que la UCI #2 debe omitirse antes de la multiplexación, y que solo las UCI #1 y #3 que no se superponen con el periodo no activo se multiplexan, para formar la señal multiplexada, y se transmiten.

La FIG. 8B ilustra de manera ejemplar la omisión de una primera UCI antes de la multiplexación en un PUSCH en un caso donde los recursos dedicados a la transmisión de dicha primera UCI antes de la multiplexación se superponen con un periodo no activo de la DRX de celda. Específicamente, en el ejemplo ilustrado, los recursos dedicados a la transmisión de la UCI #2 antes de la multiplexación se superponen con el periodo no activo y, por lo tanto, la UCI #2 se descarta/omite antes de la multiplexación. Por lo tanto, la UCI #2 representa una primera UCI cuyos recursos dedicados para la transmisión antes de la multiplexación exhiben una relación de temporización con el periodo no activo que indica que la primera UCI (UCI #2) se superpone con el periodo no activo.

En consecuencia, la UCI #2 (es decir, la primera UCI) se omite antes de multiplexar la UCI #1 (es decir, una segunda UCI) en el PUSCH. Es decir, la segunda UCI (UCI #1) se multiplexa en el PUSCH y se transmite mediante el transceptor 110.

Por otro lado, en un caso donde la primera UCI no fuera omitida, aunque los recursos dedicados para la transmisión de la primera UCI antes de la multiplexación se superponen con el periodo no activo, los recursos estimados/determinados de la señal multiplexada podrían estar ubicados dentro de o superponerse con el periodo no activo. En este caso, el hecho de si dicha señal multiplexada se transmite realmente o no puede depender de una configuración del UE 100 y/o de otros factores (véase la tercera modalidad). Es decir, cuando no se omite una primera UCI cuyos recursos dedicados para la transmisión antes de la multiplexación se superponen con un periodo no activo, existe el riesgo de que la señal multiplexada no se transmita, dependiendo de su relación de temporización con el periodo no activo

Como ejemplo, la FIG. 8C ilustra una situación donde tres UCI #1 a #3 se multiplexan independientemente de la relación de temporización entre los recursos dedicados para la transmisión de las UCI antes de la multiplexación y los periodos no activos, lo que resulta en una señal multiplexada de las ("UCI") cuyos recursos estimados/determinados están totalmente incluidos en el periodo no activo.

Además, como se ilustra en el ejemplo de la FIG. 8D, los recursos dedicados a la transmisión de una primera UCI (UCI #2) antes de la multiplexación están ubicados de manera que se superponen con el periodo no activo. Además, una segunda UCI (UCI #1), así como los recursos de un PUSCH, están ubicados dentro del periodo activo. En un caso donde las UCI deban multiplexarse, los recursos estimados/determinados para la transmisión de la señal multiplexada resultante de las ("UCI") pueden estar ubicados dentro del periodo no activo, lo que posiblemente resulte en que dicha señal multiplexada no se transmita.

Por lo tanto, de acuerdo con la modalidad, según la cual una primera UCI cuyos recursos dedicados para la transmisión antes de la multiplexación se descartan/omiten, se permite mantener/transmitir todas las UCI cuya relación de temporización con los periodos no activos indica que los recursos respectivos no se superponen con un periodo no activo. Por lo tanto, las UCI dentro de los periodos activos se mantienen, sin el riesgo de que una señal multiplexada que incluya las UCI se superponga con el periodo no activo, lo que posiblemente resulte en que la señal multiplexada no se transmita, como se ilustra en las FIGS. 8C y 8D.

Además, dado que se omiten las UCI cuyos recursos dedicados antes de la multiplexación se superponen con un periodo no activo, se reduce la complejidad del procesamiento que debe realizar el UE 100, ya que es necesario procesar y multiplexar menos UCI.

La FIG. 9 es un diagrama de flujo de un proceso realizado por el UE 100 de acuerdo con la primera modalidad. El UE 100 está configurado con o se le indica que las UCI deben multiplexarse en un PUCCH o un PUSCH. Es decir, una UCI debe multiplexarse con al menos otra UCI y/o en un PUSCH. En el paso S100, la circuitería 120 determina si los recursos para la transmisión de cualquiera de las UCI antes de la multiplexación se superponen con un periodo no activo. De ser así (Sí en el paso S100), dicha UCI cuyos recursos para la transmisión antes de la multiplexación se superponen con los periodos no activos es una primera UCI y, por lo tanto, se descarta/omite en el paso S110 antes de la multiplexación. En el paso S120 posterior, se realiza la multiplexación sin la primera UCI cuyos recursos para la transmisión antes de la multiplexación se superponen con el periodo no activo. Por otro lado, cuando se determina que ningún recurso de una UCI se superpone con un periodo no activo en el paso S100 (No en el paso S100), dicha UCI no se descarta y se incluye en el proceso de multiplexación del paso S120. Posteriormente, en el paso S130, la señal multiplexada resultante del procedimiento de multiplexación del paso S120 se transmite a una estación base 200, por ejemplo.

Variación

En una variación de la primera modalidad, si la circuitería 120 determina que la primera UCI debe omitirse antes de la multiplexación, la circuitería 120, en funcionamiento, determina el primer

símbolo de un canal físico de control de enlace ascendente, PUCCH, o PUSCH tras la omisión de la primera UCI, y además comprueba si un tiempo de procesamiento de la multiplexación es suficiente utilizando el primer símbolo como referencia.

5 Como se especifica, por ejemplo, en 3GPP TS 38.213 V.18.0.0 "3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; NR; Physical layer procedures for control (Release 18)" con fecha de septiembre de 2023, sección 9.2.5, un primer símbolo S_0 puede determinarse mediante el PUCCH o PUSCH cronológicamente primero. Es decir, en un procedimiento para reportar múltiples tipos de UCI en un caso donde un UE 100 tiene recursos para transmisiones de PUCCH o para transmisiones de PUCCH y PUSCH que se superponen en el tiempo y cada transmisión de PUCCH es sobre una sola ranura sin repeticiones, el UE 100 puede esperar un primer símbolo S_0 del PUCCH o PUSCH más próximo, entre un grupo de PUCCH y PUSCH que se superponen de acuerdo con condiciones de línea de tiempo determinadas. En la presente variación, dichas condiciones de línea de tiempo pueden comprobarse después de la determinación de que una primera UCI debe omitirse.

15 El primer símbolo S_0 representa un punto de inicio utilizado por el UE 100 para juzgar si hay suficiente tiempo de procesamiento entre el primer símbolo S_0 y un último símbolo de un PDCCH o PDSCH correspondiente relacionado con el PUCCH o PUSCH multiplexado.

Después de que una primera UCI se descarta/omite antes de ser multiplexada, el primer símbolo S_0 puede determinarse sin considerar la UCI descartada/omitida.

20 Por ejemplo, como se ilustra en la FIG. 10, el UE 100 puede determinar que la multiplexación de la UCI #1 (una primera UCI) debe omitirse debido a que sus recursos dedicados para la transmisión antes de la multiplexación se superponen con un periodo no activo de una DRX de celda. En consecuencia, al determinar las condiciones de línea de tiempo, de acuerdo con la presente variación, solo las UCI #2 y #3 se tienen en cuenta para determinar el primer símbolo S_0 .

25 Es decir, en el ejemplo ilustrado, el primer símbolo S_0 se determina basándose en la UCI #2. Utilizando dicho primer símbolo S_0 , la circuitería 120 comprueba la suficiencia del tiempo de procesamiento de la multiplexación, por ejemplo, como se describe en 3GPP TS 38.213 V. 18.0.0, sección 9.2.5 mencionada anteriormente. Este enfoque puede dar como resultado una línea de tiempo de procesamiento del UE más flexible.

30 Se observa que esta variación puede aplicarse por igual a la segunda modalidad y/o a la quinta modalidad.

Segunda modalidad

35 De acuerdo con una segunda modalidad, el UE 100 comprende un transceptor 110 y una circuitería 120. La circuitería 120, en funcionamiento, cuando el UE 100 está configurado con al

menos una recepción discontinua, DRX, que incluye periodos no activos, realiza una primera determinación sobre si una primera información de control de enlace ascendente, UCI, debe multiplexarse con al menos una segunda UCI y/o en un canal físico compartido de enlace ascendente, PUSCH, para formar una señal multiplexada. Además, dependiendo de un resultado de la primera determinación, la circuitería 120 realiza una segunda determinación sobre si la primera UCI debe omitirse antes de la multiplexación, basándose en una relación de temporización entre los recursos dedicados a una transmisión de la primera UCI antes de la multiplexación y los periodos no activos. Luego, la circuitería 120 realiza la multiplexación para formar la señal multiplexada de acuerdo con los resultados de la primera determinación y la segunda determinación, y hace que el transceptor 110 transmita la señal multiplexada de acuerdo con un resultado de la segunda determinación.

En una segunda modalidad, la circuitería 120, en funcionamiento, determina, en la segunda determinación, que la primera UCI debe omitirse antes de la multiplexación si todos los contenidos que deben transmitirse mediante la primera UCI, la al menos una segunda UCI y/o el PUSCH pertenecen a un (primer) grupo predeterminado de contenidos.

En otras palabras, la circuitería 120, en funcionamiento, puede determinar, en la segunda determinación, que la primera UCI debe omitirse si ningún contenido que deba transmitirse mediante la al menos una segunda UCI y/o el PUSCH pertenece a un segundo grupo predeterminado de contenidos. Los segundos contenidos predeterminados pueden incluir otros contenidos distintos de los contenidos incluidos en el (primer) grupo predeterminado de contenidos mencionado anteriormente.

Por ejemplo, la circuitería 120, en funcionamiento, determina, en la segunda determinación, que la primera UCI no debe omitirse antes de la multiplexación si al menos un contenido que debe transmitirse mediante la primera UCI, la al menos una segunda UCI y/o el PUSCH no pertenece al (primer) grupo predeterminado de contenidos.

En otras palabras, la circuitería 120, en funcionamiento, determina, en la segunda determinación, que la primera UCI no debe omitirse si un contenido que debe transmitirse mediante la al menos una segunda UCI y/o el PUSCH pertenece al segundo grupo predeterminado de contenidos. Los segundos contenidos predeterminados pueden incluir otros contenidos distintos de los contenidos incluidos en el (primer) grupo predeterminado de contenidos mencionado anteriormente.

Por ejemplo, el (primer) grupo predeterminado de contenidos incluye al menos uno de una solicitud de programación, SR, datos que deben transmitirse en un PUSCH de concesión configurada, CG, y un reporte de CSI periódico o semipersistente.

Por ejemplo, el segundo grupo predeterminado de contenidos puede incluir al menos uno de una señal de referencia de sondeo, SRS, para posicionamiento, un acuse de recibo de solicitud de repetición automática híbrida, HARQ-ACK, de un canal físico compartido de enlace descendente,

PDSCH, de programación semipersistente, SPS, un HARQ-ACK de un formato de información de control de enlace descendente, DCI, sin programar un PDSCH, un reporte de información de estado de canal, CSI, aperiódico en PUSCH que se superpone temporalmente con un periodo no activo, un HARQ-ACK de PDSCH programado dinámicamente que se superpone temporalmente con un periodo no activo, y
 5 datos programados para transmisión en un PUSCH programado dinámicamente que se superpone temporalmente con un periodo no activo.

Es decir, de acuerdo con la segunda modalidad, después de haber determinado que una primera UCI debe multiplexarse con una o más segundas UCI y/o en un PUSCH, la primera UCI se multiplexa con la una o más segundas UCI y/o en el PUSCH si cualquiera de la segunda UCI y/o el
 10 PUSCH se transmitiría incluso durante el periodo no activo. En otras palabras, la multiplexación de la primera UCI no se realiza solo si todas las segundas UCI y el PUSCH transportan una SR, datos que deben transmitirse en un PUSCH de concesión configurada, CG, o un reporte de CSI periódico o semipersistente.

Con este enfoque, se pueden transmitir más UCI a la estación base 200 sin requerir
 15 que la estación base 200 reciba una transmisión adicional. Por lo tanto, el consumo de energía de la estación base 200 no se incrementa, ya que se requiere que la estación base 200 esté activa y reciba la señal multiplexada que incluye segundas UCI y/o el PUSCH. Además, el UE 100 puede transmitir más UCI a la estación base 200, lo que puede mejorar los procedimientos de programación realizados por la estación base 200.

La FIG. 11 es un diagrama de flujo de un proceso realizado por el UE 100 de acuerdo con la segunda modalidad. Al igual que en la primera modalidad, el UE 100 está configurado o se le indica que las UCI deben multiplexarse en un PUCCH o un PUSCH. Es decir, una UCI debe multiplexarse con al menos otra UCI y/o en un PUSCH. En el paso S200, la circuitería 120 determina si los recursos para la transmisión de cualquiera de las UCI antes de la multiplexación se superponen con un periodo
 20 no activo. De ser así (Sí en el paso S210), se determina si todos los contenidos de las UCI y/o del PUSCH pertenecen al grupo predeterminado de contenidos. De ser así (Sí en el paso S210), la UCI cuyos recursos dedicados para la transmisión antes de la multiplexación se superponen con el periodo no activo se omite/descarta antes de la multiplexación en el paso S220. En el paso S230 posterior, se realiza la multiplexación sin la primera UCI cuyos recursos para la transmisión antes de la
 25 multiplexación se superponen con el periodo no activo. Por otro lado, cuando se determina que ningún recurso de una UCI se superpone con un periodo no activo en el paso S200 (No en el paso S200), dichas UCI no se descartan/omiten y se incluyen en el proceso de multiplexación del paso S230. De manera similar, cuando se determina en el paso S210 que al menos un contenido de las UCI y/o del PUSCH no pertenece al grupo predeterminado de contenidos (No en el paso S210), la UCI no se
 30 descarta/omite y se incluye en el proceso de multiplexación del paso S230. Posteriormente, en el paso
 35

S240, la señal multiplexada resultante del procedimiento de multiplexación del paso S230 se transmite a una estación base 200, por ejemplo.

Tercera modalidad

5 En la tercera modalidad, el UE 100 comprende un transceptor 110 y una circuitería 120. La circuitería 120, en funcionamiento, cuando el UE 100 está configurado con al menos una recepción discontinua, DRX, que incluye periodos no activos, realiza una primera determinación sobre si una primera información de control de enlace ascendente, UCI, debe multiplexarse con al menos una segunda UCI y/o en un canal físico compartido de enlace ascendente, PUSCH, para formar una
10 señal multiplexada. Dependiendo de un resultado de la primera determinación, la circuitería 120 realiza una segunda determinación sobre si la transmisión de la señal multiplexada debe omitirse, basándose en una relación de temporización entre los recursos dedicados a una transmisión de la señal multiplexada y los periodos no activos. La circuitería 120 realiza la multiplexación para formar la señal multiplexada de acuerdo con los resultados de la primera determinación y la segunda determinación,
15 y hace que el transceptor 110 transmita la señal multiplexada de acuerdo con el resultado de la segunda determinación.

 Por ejemplo, la circuitería 120, en funcionamiento, determina, en la segunda determinación, que la transmisión de la señal multiplexada debe omitirse si la relación de temporización entre los recursos dedicados a la transmisión de la señal multiplexada indica que dichos recursos se
20 superponen con un periodo no activo.

 Con este enfoque, se puede lograr un menor impacto en la especificación y permitir que el procesamiento de la multiplexación de UCI por parte del UE se ajuste a un procedimiento heredado. Además, se pueden mantener y reportar más UCI a la estación base 200, como se ilustra en las FIGS. 13A a 13D.

25 Las FIGS. 12A a 12D ilustran situaciones ejemplares donde la transmisión de una señal multiplexada no se realiza en casos donde una relación de temporización entre los recursos dedicados a la transmisión de la señal multiplexada y los periodos no activos indica que dichos recursos se superponen con un periodo no activo de una DRX de celda.

 Por ejemplo, en la FIG. 12A, la UCI #1 debe multiplexarse con la UCI #2, lo que
30 resulta en una señal multiplexada de las "UCI". Los recursos dedicados para la transmisión de la UCI #1 están ubicados íntegramente dentro del periodo activo, es decir, no se superponen con un periodo no activo. Por otro lado, los recursos dedicados para la transmisión de la UCI #2 se superponen con un periodo no activo. Dado que los recursos dedicados para la transmisión de la señal multiplexada de las "UCI" se superponen con el periodo no activo, la señal multiplexada no es transmitida por el UE
35 100.

Además, como se ilustra de manera ejemplar en la FIG. 12B, la UCI #1 debe multiplexarse con la UCI #2, lo que resulta en una señal multiplexada de las "UCI". Los recursos dedicados para la transmisión de la UCI #1 están ubicados íntegramente dentro del periodo activo, es decir, no se superponen con un periodo no activo. De manera similar, los recursos dedicados para la transmisión de la UCI #2 están ubicados íntegramente dentro del periodo activo, es decir, tampoco se superponen con un periodo no activo. Sin embargo, dado que los recursos dedicados para la transmisión de la señal multiplexada de las "UCI" se superponen con el periodo no activo, la señal multiplexada no es transmitida por el UE 100.

Además, como se ilustra de manera ejemplar en la FIG. 12C, tres UCI #1 a #3 deben multiplexarse para formar una señal multiplexada, en donde los recursos dedicados a la transmisión de las UCI #1 y #3 antes de la multiplexación no se superponen con un periodo no activo, mientras que los recursos dedicados a la transmisión de la UCI #2 antes de la multiplexación se superponen con un periodo no activo. Sin embargo, el UE 100 determina los recursos para la transmisión de la señal multiplexada (multiplexación de las UCI #1 a #3) y determina que dichos recursos se superponen con el periodo no activo. Por lo tanto, la señal multiplexada resultante de la multiplexación de las UCI #1 a #3 no es transmitida por el UE 100.

Además, como se ilustra de manera ejemplar en la FIG. 12D, dos UCI #1 y #2 deben multiplexarse para formar una señal multiplexada, en donde los recursos dedicados a la transmisión de cada una de las UCI #1 y #2 antes de la multiplexación no se superponen con un periodo no activo. Sin embargo, el UE 100 determina los recursos para la transmisión de la señal multiplexada (multiplexación de las UCI #1 y #2) y determina que dichos recursos se superponen con el periodo no activo. Por lo tanto, la señal multiplexada resultante de la multiplexación de las UCI #1 y #2 no es transmitida por el UE 100.

Las FIGS. 13A y 13B ilustran de manera ejemplar situaciones donde la transmisión de una señal multiplexada se realiza en casos donde una relación de temporización entre los recursos dedicados a la transmisión de la señal multiplexada y los periodos no activos indica que dichos recursos no se superponen con un periodo no activo de una DRX de celda.

Por ejemplo, en la FIG. 13A, dos UCI #1 y #2 deben multiplexarse en un PUSCH, en donde los recursos dedicados a la transmisión de la UCI #1 antes de la multiplexación no se superponen con un periodo no activo, mientras que los recursos dedicados a una transmisión de la UCI #2 antes de la multiplexación se superponen con el periodo no activo. Sin embargo, después de la multiplexación de las UCI #1 y #2 en el PUSCH, lo que resulta en una señal multiplexada, los recursos dedicados para la transmisión de la señal multiplexada no se superponen con el periodo no activo. Por lo tanto, la señal multiplexada es transmitida por el UE 100. Es decir, se determina que la transmisión de la señal multiplexada no debe omitirse.

Además, como se ilustra de manera ejemplar en la FIG. 13B, dos UCI #1 y #2 deben multiplexarse en un PUSCH, en donde los recursos dedicados a la transmisión de cada UCI #1 y #2 antes de la multiplexación no se superponen con un periodo no activo. Sin embargo, después de la multiplexación de las UCI #1 y #2 en el PUSCH, lo que resulta en una señal multiplexada, los recursos dedicados para la transmisión de la señal multiplexada no se superponen con el periodo no activo. Por lo tanto, la señal multiplexada es transmitida por el UE 100. Es decir, se determina que la transmisión de la señal multiplexada no debe omitirse.

Además, como se ilustra de manera ejemplar en la FIG. 13C, tres UCI #1 a #3 deben multiplexarse, en donde los recursos dedicados a la transmisión de las UCI #1 y #3 antes de la multiplexación no se superponen con un periodo no activo, mientras que los recursos dedicados a una transmisión de la UCI #2 antes de la multiplexación se superponen con el periodo no activo. Sin embargo, después de la multiplexación de las UCI #1 a #3, lo que resulta en una señal multiplexada, los recursos dedicados para la transmisión de la señal multiplexada no se superponen con el periodo no activo. Por lo tanto, la señal multiplexada es transmitida por el UE 100. Es decir, se determina que la transmisión de la señal multiplexada no debe omitirse.

Además, como se ilustra de manera ejemplar en la FIG. 13D, dos UCI #1 y #2 deben multiplexarse, en donde los recursos dedicados a la transmisión de cada UCI #1 y #2 antes de la multiplexación no se superponen con un periodo no activo. Sin embargo, después de la multiplexación de las UCI #1 y #2, lo que resulta en una señal multiplexada, los recursos dedicados para la transmisión de la señal multiplexada no se superponen con el periodo no activo. Por lo tanto, la señal multiplexada es transmitida por el UE 100. Es decir, se determina que la transmisión de la señal multiplexada no debe omitirse.

La FIG. 14 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso de acuerdo con la tercera modalidad. Al igual que en la primera y segunda modalidad, el UE 100 está configurado con o se le indica que las UCI deben multiplexarse en un PUCCH o un PUSCH. Es decir, una UCI debe multiplexarse con al menos otra UCI y/o en un PUSCH. En el paso S300, la circuitería 120 realiza la multiplexación de la o las UCI y/o en el PUSCH. En el paso S310, se determina si los recursos dedicados a la transmisión de la señal multiplexada se superponen con un periodo no activo de una DRX de celda. Es decir, se determina si una relación de temporización entre los recursos dedicados a la transmisión de la señal multiplexada y los periodos no activos indica que dichos recursos se superponen con un periodo no activo. De ser así (Sí en el Paso S310), se determina que la transmisión de la señal multiplexada no debe realizarse. Es decir, la señal multiplexada cuyos recursos para la transmisión se superponen con el periodo no activo no se transmite en el paso S330 posterior. Por otro lado, si la relación de temporización entre los recursos dedicados a la transmisión de la señal multiplexada y los

periodos no activos de la DRX de celda indica que dichos recursos no se superponen con un periodo no activo (No en el Paso S310), la señal multiplexada se transmite en el paso S330.

Cuarta modalidad

5 En la cuarta modalidad, el UE 100 comprende un transceptor 110 y una circuitería 120. La circuitería 120, en funcionamiento, cuando el UE 100 está configurado con al menos una recepción discontinua, DRX, que incluye periodos no activos, realiza una primera determinación sobre si una primera información de control de enlace ascendente, UCI, debe multiplexarse con al menos una segunda UCI y/o en un canal físico compartido de enlace ascendente, PUSCH, para formar una
10 señal multiplexada. Dependiendo de un resultado de la primera determinación, la circuitería 120 realiza una segunda determinación sobre si la transmisión de la señal multiplexada debe omitirse, basándose en una relación de temporización entre los recursos dedicados a una transmisión de la señal multiplexada y los periodos no activos. La circuitería 120 realiza la multiplexación para formar la señal multiplexada de acuerdo con los resultados de la primera determinación y la segunda determinación,
15 y hace que el transceptor 110 transmita la señal multiplexada de acuerdo con el resultado de la segunda determinación.

Además, la circuitería 120, en funcionamiento, determina, en la segunda determinación, que la transmisión de la señal multiplexada debe omitirse si todos los contenidos que deben transmitirse mediante la primera UCI, la al menos una segunda UCI y/o el PUSCH pertenecen
20 a un grupo predeterminado de contenidos.

Por ejemplo, la circuitería 120, en funcionamiento, determina, en la segunda determinación, que la transmisión de la señal multiplexada no debe omitirse si al menos un contenido que debe transmitirse mediante la primera UCI, la al menos una segunda UCI y/o el PUSCH no pertenece al grupo predeterminado de contenidos.

25 Por ejemplo, el grupo predeterminado de contenidos incluye al menos uno de una solicitud de programación, SR, datos que deben transmitirse en un PUSCH de concesión configurada, CG, un reporte de CSI periódico o semipersistente.

De acuerdo con la cuarta modalidad, cuando las UCI deben multiplexarse entre sí y/o en un PUSCH para formar una señal multiplexada, el descarte/omisión de la transmisión de una señal
30 multiplexada es realizado por el UE 100 después de la multiplexación si todos los contenidos de la señal multiplexada pertenecen a un cierto grupo de contenidos, por ejemplo, el grupo predeterminado de contenidos, y los recursos dedicados a la transmisión de la señal multiplexada se superponen con un periodo no activo de una DRX de celda. En otras palabras, si al menos un contenido de la señal multiplexada no pertenece al grupo predeterminado de contenidos, la señal multiplexada se transmite,

a pesar de que sus recursos dedicados para la transmisión se superpongan con un periodo no activo de la DRX de celda.

Este enfoque puede permitir que el UE 100 transmita más UCI a una estación base 200, lo que puede facilitar la programación realizada por la estación base 200. Además, dado que la
 5 estación base 200 recibiría una señal multiplexada que incluye un contenido no incluido en el grupo predeterminado de contenidos en cualquier caso, la transmisión de la señal multiplexada que incluye una UCI de contenido incluido en el grupo predeterminado de contenidos no causa un mayor consumo de energía. Además, este enfoque puede permitir un menor impacto en la especificación y el procesamiento del UE de la multiplexación de UCI, que potencialmente puede seguir un procedimiento
 10 heredado.

La FIG. 15 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso realizado por un UE 100 de acuerdo con la cuarta modalidad. Al igual que en la primera a la tercera modalidad, el UE 100 está configurado o se le indica que las UCI deben multiplexarse en un PUCCH o un PUSCH. Es decir, una UCI debe multiplexarse con al menos otra UCI y/o en un PUSCH. En el paso S400, la circuitería 120
 15 realiza la multiplexación de la o las UCI y/o en el PUSCH. En el paso 410, se determina si los recursos dedicados a la transmisión de la señal multiplexada se superponen con un periodo no activo de una DRX de celda. Es decir, se determina si una relación de temporización entre los recursos dedicados a la transmisión de la señal multiplexada y los periodos no activos indica que dichos recursos se superponen con un periodo no activo. De ser así (Sí en el Paso S410), se determina en el paso S420
 20 si todos los contenidos de la señal multiplexada pertenecen al grupo predeterminado de contenidos. En otras palabras, se determina si algún contenido de la señal multiplexada no pertenece al grupo predeterminado de contenidos. Si todos los contenidos pertenecen al grupo predeterminado de contenidos (Sí en el paso S420), se determina que la transmisión de la señal multiplexada no debe realizarse. Es decir, la señal multiplexada cuyos recursos para la transmisión se superponen con el
 25 periodo no activo no se transmite en el paso S440 posterior. Por otro lado, si la relación de temporización entre los recursos dedicados a la transmisión de la señal multiplexada y los periodos no activos de la DRX de celda indica que dichos recursos no se superponen con un periodo no activo (No en el Paso S410), o si no todos los contenidos de la señal multiplexada pertenecen al grupo predeterminado de contenidos (No en el paso S420), la señal multiplexada se transmite en el paso
 30 S330.

Quinta modalidad

De acuerdo con una quinta modalidad, el UE 100 comprende un transceptor 110 y una circuitería 120. La circuitería 120, en funcionamiento, cuando el UE 100 está configurado con al menos
 35 una recepción discontinua, DRX, que incluye periodos no activos, realiza una primera determinación

sobre si una primera información de control de enlace ascendente, UCI, debe multiplexarse con al menos una segunda UCI y/o en un canal físico compartido de enlace ascendente, PUSCH, para formar una señal multiplexada. Dependiendo de un resultado de la primera determinación, la circuitería 120 realiza una segunda determinación sobre si la primera UCI debe omitirse antes de la multiplexación, o sobre si la transmisión de la señal multiplexada debe omitirse, basándose en al menos una de una relación de temporización entre los recursos dedicados a una transmisión de la primera UCI antes de la multiplexación y los periodos no activos, y una relación de temporización entre los recursos dedicados a una transmisión de la señal multiplexada y los periodos no activos. Además, la circuitería 120 realiza la multiplexación para formar la señal multiplexada de acuerdo con los resultados de la primera determinación y la segunda determinación y hace que el transceptor 110 transmita la señal multiplexada de acuerdo con el resultado de la segunda determinación.

El UE 100 está configurado con una primera DRX que incluye primeros periodos no activos y una segunda DRX que incluye segundos periodos no activos. Los periodos no activos incluyen los primeros periodos no activos y los segundos periodos no activos, o únicamente los segundos periodos no activos.

Es decir, para la segunda determinación, se tienen en cuenta ya sea los primeros periodos no activos de la primera DRX y los segundos periodos no activos de la segunda DRX, o únicamente los segundos periodos no activos de la segunda DRX.

Por ejemplo, la primera DRX puede ser una DRX de celda. Por ejemplo, la segunda DRX puede ser una DRX de celda o una DRX en modo conectado, C-DRX.

En otras palabras, cuando el UE 100 está configurado tanto con una C-DRX como con una DRX de celda, el hecho de si se descarta/omite la primera UCI o la transmisión de la señal multiplexada se determina basándose ya sea en los periodos no activos de ambas configuraciones de DRX (C-DRX y DRX de celda) o basándose únicamente en la configuración de C-DRX.

Esto puede permitir una mayor flexibilidad para controlar si una transmisión de enlace ascendente se debe mantener o transmitir, o cuándo hacerlo, mediante el uso de un temporizador de C-DRX y extensiones dinámicas. Por lo tanto, se puede evitar un comportamiento ambiguo alrededor de un límite de un periodo no activo.

Este enfoque se ilustra adicionalmente en las FIGS. 16A, 16B y 17.

Las FIGS. 16A y 16B ilustran situaciones donde el UE 100 está configurado con una DRX de celda y una C-DRX, las cuales exhiben respectivos periodos activos y periodos no activos. Para la determinación sobre si una primera UCI debe omitirse antes de la multiplexación, o sobre si la transmisión de la señal multiplexada debe omitirse basándose en una relación de temporización que involucra los periodos no activos, dichos periodos no activos incluyen los periodos no activos de la DRX de celda así como los periodos no activos de la C-DRX. Es decir, como se ilustra en la FIG. 16A, cuando

el periodo no activo de la C-DRX abarca por completo el periodo no activo de la DRX de celda, los periodos no activos utilizados para la determinación corresponden a los periodos del periodo no activo de la C-DRX. Por otro lado, como se ilustra en la FIG. 16B, cuando el periodo no activo de la DRX de celda abarca por completo el periodo no activo de la C-DRX, los periodos no activos utilizados para la determinación corresponden al periodo del periodo no activo de la DRX de celda. En otras palabras, los periodos no activos para la determinación mencionada anteriormente se forman mediante la unión de los periodos no activos de la DRX de celda y de la C-DRX. Es decir, el UE 100 realiza una operación de enlace ascendente durante el periodo indicado por la flecha.

Por otro lado, la FIG. 17 ilustra una situación donde el UE 100 está configurado con una DRX de celda y una C-DRX, las cuales exhiben respectivos periodos activos y periodos no activos, pero el periodo no activo que se utilizará para la determinación mencionada anteriormente se forma únicamente por el periodo no activo de la C-DRX. Es decir, el UE 100 realiza una operación de enlace ascendente durante el periodo indicado por la flecha.

Se observa que el aspecto de la quinta modalidad, es decir, la determinación de los periodos no activos que se utilizarán para la determinación de las relaciones de temporización, se puede aplicar a cada una de la primera a la cuarta modalidad y sus variaciones.

Además, se observa que la DRX de celda y la C-DRX son meros ejemplos de una primera y una segunda DRX, y la descripción no se limita a ello. La primera y segunda DRX pueden ser cada una, respectivamente, una DRX en modo inactivo, una DRX de celda, una C-DRX, o similares.

Variaciones

En todas las modalidades en las que el UE 100 determina si una UCI debe omitirse, puede implementarse que el UE 100 decida por sí mismo si la UCI debe omitirse antes de la multiplexación, y/o si la señal multiplexada debe transmitirse. Es decir, la circuitería 120, en funcionamiento, puede realizar la segunda determinación sobre si la primera UCI debe omitirse antes de la multiplexación, o sobre si la transmisión de la señal multiplexada debe omitirse de acuerdo con su implementación.

Por lo tanto, la estación base 200 puede optar por no recibir o intentar recibir la señal multiplexada mediante múltiples detecciones ciegas de diferentes posibilidades para la transmisión de la señal multiplexada, durante los periodos no activos del UE 100.

Además, en todas las modalidades, en el caso de repeticiones de un PUCCH y/o PUSCH a lo largo de múltiples ranuras, las partes que se superponen con un periodo no activo de una DRX de celda pueden omitirse, y/o las repeticiones de PUCCH y/o PUSCH pueden omitirse cuando se superponen con un periodo no activo de la DRX de celda. Adicionalmente o de manera alternativa, todas las repeticiones pueden omitirse.

Además, se observa que los aspectos descritos anteriormente con referencia a cualquiera de la primera a la quinta modalidad pueden combinarse apropiadamente entre sí. Por ejemplo, los periodos no activos utilizados para realizar la segunda determinación en la primera a la cuarta modalidad pueden ser periodos no activos de uno o más de múltiples periodos no activos de DRX, como se describe con respecto a la quinta modalidad.

Implementación de hardware y software de la presente descripción

La presente descripción puede realizarse mediante software, hardware o software en cooperación con hardware. Cada bloque funcional utilizado en la descripción de cada modalidad descrita anteriormente puede realizarse parcial o totalmente mediante un LSI tal como un circuito integrado, y cada proceso descrito en cada modalidad puede ser controlado parcial o totalmente por el mismo LSI o una combinación de LSI. Los LSI pueden formarse individualmente como chips, o se puede formar un solo chip de manera que incluya una parte o la totalidad de los bloques funcionales. El LSI puede incluir una entrada y salida de datos acoplada al mismo. El LSI aquí puede denominarse IC, LSI de sistema, super LSI o ultra LSI dependiendo de la diferencia en el grado de integración. Sin embargo, la técnica de implementar un circuito integrado no se limita al LSI y puede realizarse utilizando un circuito dedicado, un procesador de propósito general o un procesador de propósito especial. Además, se puede utilizar una matriz de puertas programables en campo (Field Programmable Gate Array, FPGA) que se puede programar después de la fabricación del LSI o un procesador reconfigurable en el que se pueden reconfigurar las conexiones y los ajustes de las celdas de circuito dispuestas dentro del LSI. La presente descripción puede realizarse como procesamiento digital o procesamiento analógico. Si la tecnología futura de circuitos integrados reemplaza a los LSI como resultado del avance de la tecnología de semiconductores u otra tecnología derivada, los bloques funcionales podrían integrarse utilizando la tecnología futura de circuitos integrados. También se puede aplicar la biotecnología.

La presente descripción puede realizarse mediante cualquier tipo de aparato, dispositivo o sistema que tenga una función de comunicación, el cual se denomina como un aparato de comunicación.

El aparato de comunicación puede comprender un transceptor y circuitería de procesamiento/control. El transceptor puede comprender y/o funcionar como un receptor y un transmisor. El transceptor, como transmisor y receptor, puede incluir un módulo de RF (radiofrecuencia) que incluya amplificadores, moduladores/demoduladores de RF y similares, y una o más antenas.

Algunos ejemplos no limitativos de dicho aparato de comunicación incluyen un teléfono (por ejemplo, teléfono celular, teléfono inteligente), una tableta, una computadora personal

(Personal Computer, PC) (por ejemplo, computadora portátil, de escritorio), una cámara (por ejemplo, cámara digital de fotos/video), un reproductor digital (reproductor de audio/video digital), un dispositivo portable (por ejemplo, cámara portable, reloj inteligente, dispositivo de seguimiento), una consola de videojuegos, un lector de libros digitales, un dispositivo de telesalud/telemedicina (salud y medicina remota) y un vehículo que proporcione funcionalidad de comunicación (por ejemplo, automóvil, avión, barco), así como diversas combinaciones de los mismos.

El aparato de comunicación no se limita a ser portátil o móvil, y también puede incluir cualquier tipo de aparato, dispositivo o sistema que sea no portátil o estacionario, tal como un dispositivo doméstico inteligente (por ejemplo, un electrodoméstico, iluminación, medidor inteligente o panel de control), una máquina expendedora y cualquier otro "objeto" en una red de una "internet de las cosas" (Internet of Things, IoT).

La comunicación puede incluir el intercambio de datos a través de, por ejemplo, un sistema celular, un sistema de LAN inalámbrica, un sistema satelital, etc., y varias combinaciones de estos.

El aparato de comunicación puede comprender un dispositivo tal como un controlador o un sensor que esté acoplado a un dispositivo de comunicación que realiza una función de comunicación descrita en la presente descripción. Por ejemplo, el aparato de comunicación puede comprender un controlador o un sensor que genera señales de control o señales de datos que son utilizadas por un dispositivo de comunicación que realiza una función de comunicación del aparato de comunicación.

El aparato de comunicación también puede incluir una instalación de infraestructura, tal como una estación base, un punto de acceso y cualquier otro aparato, dispositivo o sistema que se comunique con o controle aparatos tales como los de los ejemplos no limitativos anteriores.

Además, las diversas modalidades también pueden implementarse mediante módulos de software, los cuales son ejecutados por un procesador o directamente en hardware. También puede ser posible una combinación de módulos de software y una implementación de hardware. Los módulos de software pueden almacenarse en cualquier tipo de medio de almacenamiento legible por computadora. En particular, de acuerdo con otra implementación, se proporciona un medio de grabación no transitorio legible por computadora. El medio de grabación almacena un programa que, cuando es ejecutado por uno más procesadores, hace que el uno o más procesadores lleven a cabo los pasos de un método de acuerdo con la presente descripción.

A modo de ejemplo, y no de limitación, dichos medios de almacenamiento legibles por computadora pueden comprender RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM u otro almacenamiento de disco óptico, almacenamiento de disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, memoria flash o cualquier otro medio que pueda usarse para almacenar el código de programa

deseado en forma de instrucciones o estructuras de datos y al que pueda acceder una computadora. Además, cualquier conexión se denomina correctamente medio legible por computadora. Por ejemplo, si las instrucciones se transmiten desde un sitio web, servidor u otra fuente remota utilizando un cable coaxial, cable de fibra óptica, par trenzado, línea de abonado digital (Digital Subscriber Line, DSL) o tecnologías inalámbricas como infrarrojos, radio y microondas, entonces el cable coaxial, el cable de fibra óptica, el par trenzado, la DSL o las tecnologías inalámbricas como infrarrojos, radio y microondas se incluyen en la definición de medio. Debe entenderse, sin embargo, que los medios de almacenamiento legibles por computadora y los medios de almacenamiento de datos no incluyen conexiones, ondas portadoras, señales u otros medios transitorios, sino que se dirigen a medios de almacenamiento tangibles y no transitorios. Los términos disco magnético y disco óptico, como se utilizan en el presente documento, incluyen disco compacto (Compact Disc, CD), disco láser, disco óptico, disco versátil digital (Digital Versatile Disc, DVD), disquete y disco Blu-ray, donde los discos magnéticos generalmente reproducen datos magnéticamente, mientras que los discos ópticos reproducen datos ópticamente con láseres. Las combinaciones de lo anterior también deben incluirse dentro del alcance de los medios legibles por computadora.

Debe tenerse en cuenta además que las características individuales de las diferentes modalidades pueden ser, individualmente o en cualquier combinación arbitraria, objeto de otra modalidad. Un experto en la técnica apreciará que se pueden realizar numerosas variaciones y/o modificaciones a la presente descripción como se muestra en las modalidades específicas. Las presentes modalidades deben considerarse, por lo tanto, en todos los aspectos como ilustrativas y no restrictivas.

Aspectos adicionales

De acuerdo con un primer aspecto, se proporciona un equipo de usuario, UE. El UE comprende un transceptor y circuitería. La circuitería, en funcionamiento, cuando el UE está configurado con al menos una recepción discontinua, DRX, que incluye periodos no activos, realiza una primera determinación sobre si una primera información de control de enlace ascendente, UCI, debe multiplexarse con al menos una segunda UCI y/o en un canal físico compartido de enlace ascendente, PUSCH, para formar una señal multiplexada. Dependiendo de un resultado de la primera determinación, la circuitería realiza una segunda determinación sobre si la primera UCI debe omitirse antes de la multiplexación, o sobre si la transmisión de la señal multiplexada debe omitirse, basándose en al menos una de una relación de temporización entre los recursos dedicados a una transmisión de la primera UCI antes de la multiplexación y los periodos no activos, y una relación de temporización entre los recursos dedicados a una transmisión de la señal multiplexada y los periodos no activos. Además, la circuitería realiza la multiplexación para formar la señal multiplexada de acuerdo con los

resultados de la primera determinación y la segunda determinación, y hace que el transceptor transmita la señal multiplexada de acuerdo con el resultado de la segunda determinación.

En otras palabras, de acuerdo con el primer aspecto, se proporciona un equipo de usuario, UE, que comprende un transceptor y circuitería. La circuitería, en funcionamiento, cuando el UE está configurado con al menos una recepción discontinua, DRX, que incluye periodos no activos, realiza una primera determinación sobre si una primera información de control de enlace ascendente, UCI, debe multiplexarse con al menos una segunda UCI y/o en un canal físico compartido de enlace ascendente, PUSCH, para formar una señal multiplexada. Dependiendo de un resultado de la primera determinación, la circuitería realiza una segunda determinación sobre si la multiplexación de la primera UCI con la al menos una segunda UCI y/o en el PUSCH debe omitirse, o sobre si la transmisión de la señal multiplexada debe omitirse, basándose en al menos una de una relación de temporización entre los recursos dedicados a una transmisión de la primera UCI antes de la multiplexación y los periodos no activos, y una relación de temporización entre los recursos dedicados a una transmisión de la señal multiplexada y los periodos no activos, y hace que el transceptor transmita la señal multiplexada de acuerdo con un resultado de la segunda determinación.

De acuerdo con un segundo aspecto, se proporciona un UE de acuerdo con el primer aspecto, en el que la circuitería, en funcionamiento, realiza la segunda determinación si, como resultado de la primera determinación, la primera UCI debe multiplexarse con la al menos una segunda UCI y/o en el PUSCH para formar la señal multiplexada.

De acuerdo con un tercer aspecto, se proporciona un UE de acuerdo con el primer o segundo aspecto, en el que la circuitería, en funcionamiento, determina, en la segunda determinación, que la primera UCI debe omitirse antes de la multiplexación si la relación de temporización entre los recursos dedicados a la transmisión de la primera UCI antes de la multiplexación indica que dichos recursos se superponen con un periodo no activo.

En otras palabras, de acuerdo con el tercer aspecto, se proporciona un UE de acuerdo con el primer o segundo aspecto, en el que la circuitería, en funcionamiento, determina, en la segunda determinación, que la multiplexación de la primera UCI con la al menos una segunda UCI y/o en el PUSCH debe omitirse si la relación de temporización entre los recursos dedicados a la transmisión de la primera UCI antes de la multiplexación indica que dichos recursos se superponen con un periodo no activo.

De acuerdo con un cuarto aspecto, se proporciona un UE de acuerdo con el primer o segundo aspecto, en el que la circuitería, en funcionamiento, determina, en la segunda determinación, que la primera UCI debe omitirse antes de la multiplexación si todos los contenidos que deben transmitirse mediante la primera UCI, la al menos una segunda UCI y/o el PUSCH pertenecen a un grupo predeterminado de contenidos.

En otras palabras, de acuerdo con el cuarto aspecto, se proporciona un UE de acuerdo con el primer o segundo aspecto, en el que la circuitería, en funcionamiento, determina, en la segunda determinación, que la multiplexación de la primera UCI con la al menos una segunda UCI y/o en el PUSCH debe omitirse si todos los contenidos que deben transmitirse mediante la primera UCI, la al
5 menos una segunda UCI y/o el PUSCH pertenecen a un grupo predeterminado de contenidos.

De acuerdo con un quinto aspecto, se proporciona un UE de acuerdo con el cuarto aspecto, en el que la circuitería, en funcionamiento, determina, en la segunda determinación, que la primera UCI no debe omitirse antes de la multiplexación si al menos un contenido que debe transmitirse mediante la primera UCI, la al menos una segunda UCI y/o el PUSCH no pertenece al
10 grupo predeterminado de contenidos.

En otras palabras, de acuerdo con el quinto aspecto, se proporciona un UE de acuerdo con el cuarto aspecto, en el que la circuitería, en funcionamiento, determina, en la segunda determinación, que la multiplexación de la primera UCI con la al menos una segunda UCI y/o en el PUSCH no debe omitirse si al menos un contenido que debe transmitirse mediante la primera UCI, la
15 al menos una segunda UCI y/o el PUSCH no pertenece al grupo predeterminado de contenidos.

De acuerdo con un sexto aspecto, se proporciona un UE de acuerdo con cualquiera de los aspectos tercero a quinto, en el que, si la circuitería determina que la primera UCI debe omitirse antes de la multiplexación, la circuitería, en funcionamiento, determina un primer símbolo de un canal físico de control de enlace ascendente, PUCCH, o PUSCH tras la omisión de la primera UCI, y además
20 comprueba si un tiempo de procesamiento de la multiplexación es suficiente utilizando el primer símbolo como referencia.

En otras palabras, de acuerdo con el sexto aspecto, se proporciona un UE de acuerdo con cualquiera de los aspectos tercero a quinto, en el que, si la circuitería determina que la multiplexación de la primera UCI con la al menos una segunda UCI y/o en el PUSCH debe omitirse, la
25 circuitería, en funcionamiento, determina un primer símbolo de un canal físico de control de enlace ascendente, PUCCH, o PUSCH tras la omisión de la primera UCI, y además comprueba si un tiempo de procesamiento de la multiplexación es suficiente utilizando el primer símbolo como referencia.

De acuerdo con un séptimo aspecto, se proporciona un UE de acuerdo con el primer o segundo aspecto, en el que la circuitería, en funcionamiento, determina, en la segunda determinación, que la transmisión de la señal multiplexada debe omitirse si todos los contenidos que deben transmitirse mediante la primera UCI, la al menos una segunda UCI y/o el PUSCH pertenecen
30 a un grupo predeterminado de contenidos.

De acuerdo con un octavo aspecto, se proporciona un UE de acuerdo con el séptimo aspecto, en el que la circuitería, en funcionamiento, determina, en la segunda determinación, que la
35 transmisión de la señal multiplexada no debe omitirse si al menos un contenido que debe transmitirse

mediante la primera UCI, la al menos una segunda UCI y/o el PUSCH no pertenece al grupo predeterminado de contenidos.

De acuerdo con un noveno aspecto, se proporciona un UE de acuerdo con cualquiera de los aspectos quinto a octavo, en el que el grupo predeterminado de contenidos incluye al menos uno de una solicitud de programación, SR, datos que deben transmitirse en un PUSCH de concesión configurada, CG, y un reporte de CSI periódico o semipersistente.

De acuerdo con un décimo aspecto, se proporciona un UE de acuerdo con el primer o segundo aspecto, en el que la circuitería, en funcionamiento, determina, en la segunda determinación, que la transmisión de la señal multiplexada debe omitirse si la relación de temporización entre los recursos dedicados a la transmisión de la señal multiplexada indica que dichos recursos se superponen con un periodo no activo.

De acuerdo con un undécimo aspecto, se proporciona un UE de acuerdo con cualquiera de los aspectos primero a décimo, en el que la al menos una DRX es una DRX de celda.

De acuerdo con un duodécimo aspecto, se proporciona un UE de acuerdo con cualquiera de los aspectos primero a décimo, en el que el UE está configurado con una primera DRX que incluye primeros periodos no activos y una segunda DRX que incluye segundos periodos no activos; y los periodos no activos incluyen los primeros periodos no activos y los segundos periodos no activos, o únicamente los segundos periodos no activos.

De acuerdo con un decimotercer aspecto, se proporciona un UE de acuerdo con el duodécimo aspecto, en el que la primera DRX es una DRX de celda.

De acuerdo con un decimocuarto aspecto, se proporciona un UE de acuerdo con el duodécimo o decimotercer aspecto, en el que la segunda DRX es una DRX de celda o una DRX en modo conectado, C-DRX.

De acuerdo con un decimoquinto aspecto, se proporciona un método para un equipo de usuario, UE, que comprende, cuando el UE está configurado con al menos una recepción discontinua, DRX, que incluye periodos no activos, realizar una primera determinación sobre si una primera información de control de enlace ascendente, UCI, debe multiplexarse con al menos una segunda UCI y/o en un canal físico compartido de enlace ascendente, PUSCH, para formar una señal multiplexada. El método comprende además, dependiendo de un resultado de la primera determinación, realizar una segunda determinación sobre si la primera UCI debe omitirse antes de la multiplexación, o sobre si la transmisión de la señal multiplexada debe omitirse, basándose en al menos una de una relación de temporización entre los recursos dedicados a una transmisión de la primera UCI antes de la multiplexación y los periodos no activos, y una relación de temporización entre los recursos dedicados a una transmisión de la señal multiplexada y los periodos no activos. El método comprende además realizar la multiplexación para formar la señal multiplexada de acuerdo con los

resultados de la primera determinación y la segunda determinación, y transmitir la señal multiplexada de acuerdo con el resultado de la segunda determinación.

En otras palabras, de acuerdo con el decimoquinto aspecto, se proporciona un método para un equipo de usuario, UE. El método comprende, cuando el UE está configurado con al menos una recepción discontinua, DRX, que incluye periodos no activos, realizar una primera determinación sobre si una primera información de control de enlace ascendente, UCI, debe multiplexarse con al menos una segunda UCI y/o en un canal físico compartido de enlace ascendente, PUSCH, para formar una señal multiplexada. El método comprende además, dependiendo de un resultado de la primera determinación, realizar una segunda determinación sobre si la multiplexación de la primera UCI con la al menos una segunda UCI y/o en el PUSCH debe omitirse, o sobre si la transmisión de la señal multiplexada debe omitirse, basándose en al menos una de una relación de temporización entre los recursos dedicados a una transmisión de la primera UCI antes de la multiplexación y los periodos no activos, y una relación de temporización entre los recursos dedicados a una transmisión de la señal multiplexada y los periodos no activos, y transmitir la señal multiplexada de acuerdo con un resultado de la segunda determinación.

De acuerdo con un decimosexto aspecto, se proporciona un método de acuerdo con el decimoquinto aspecto, en el que el método comprende realizar la segunda determinación si, como resultado de la primera determinación, la primera UCI debe multiplexarse con la al menos una segunda UCI y/o en el PUSCH para formar la señal multiplexada.

De acuerdo con un decimoséptimo aspecto, se proporciona un método de acuerdo con el decimoquinto o decimosexto aspecto, en el que se determina, en la segunda determinación, que la primera UCI debe omitirse antes de la multiplexación si la relación de temporización entre los recursos dedicados a la transmisión de la primera UCI antes de la multiplexación indica que dichos recursos se superponen con un periodo no activo.

En otras palabras, de acuerdo con el decimoséptimo aspecto, se proporciona un método de acuerdo con el decimoquinto o decimosexto aspecto, en el que se determina, en la segunda determinación, que la multiplexación de la primera UCI con la al menos una segunda UCI y/o en el PUSCH debe omitirse si la relación de temporización entre los recursos dedicados a la transmisión de la primera UCI antes de la multiplexación indica que dichos recursos se superponen con un periodo no activo.

De acuerdo con un decimoctavo aspecto, se proporciona un método de acuerdo con el decimoquinto o decimosexto aspecto, en el que se determina, en la segunda determinación, que la primera UCI debe omitirse antes de la multiplexación si todos los contenidos que deben transmitirse mediante la primera UCI, la al menos una segunda UCI y/o el PUSCH pertenecen a un grupo predeterminado de contenidos.

En otras palabras, de acuerdo con el decimoctavo aspecto, se proporciona un método de acuerdo con el decimoquinto o decimosexto aspecto, en el que se determina, en la segunda determinación, que la multiplexación de la primera UCI con la al menos una segunda UCI y/o en el PUSCH debe omitirse si todos los contenidos que deben transmitirse mediante la primera UCI, la al menos una segunda UCI y/o el PUSCH pertenecen a un grupo predeterminado de contenidos.

De acuerdo con un decimonoveno aspecto, se proporciona un método de acuerdo con el decimoctavo aspecto, en el que se determina, en la segunda determinación, que la primera UCI no debe omitirse antes de la multiplexación si al menos un contenido que debe transmitirse mediante la primera UCI, la al menos una segunda UCI y/o el PUSCH no pertenece al grupo predeterminado de contenidos.

En otras palabras, de acuerdo con el decimonoveno aspecto, se proporciona un método de acuerdo con el decimoctavo aspecto, en el que se determina, en la segunda determinación, que la multiplexación de la primera UCI con la al menos una segunda UCI y/o en el PUSCH no debe omitirse si al menos un contenido que debe transmitirse mediante la primera UCI, la al menos una segunda UCI y/o el PUSCH no pertenece al grupo predeterminado de contenidos.

De acuerdo con un vigésimo aspecto, se proporciona un método de acuerdo con cualquiera de los aspectos decimoséptimo a decimonoveno, en el que, si se determina que la primera UCI debe omitirse antes de la multiplexación, se determina un primer símbolo de un canal físico de control de enlace ascendente, PUCCH, o PUSCH tras la omisión de la primera UCI, y además se comprueba si un tiempo de procesamiento de la multiplexación es suficiente utilizando el primer símbolo como referencia.

En otras palabras, de acuerdo con el vigésimo aspecto, se proporciona un método de acuerdo con cualquiera de los aspectos decimoséptimo a decimonoveno, en el que, si se determina que la multiplexación de la primera UCI con la al menos una segunda UCI y/o en el PUSCH debe omitirse, se determina un primer símbolo de un canal físico de control de enlace ascendente, PUCCH, o PUSCH tras la omisión de la primera UCI, y además se comprueba si un tiempo de procesamiento de la multiplexación es suficiente utilizando el primer símbolo como referencia.

De acuerdo con un vigesimoprimer aspecto, se proporciona un método de acuerdo con el decimoquinto o decimosexto aspecto, en el que se determina, en la segunda determinación, que la transmisión de la señal multiplexada debe omitirse si todos los contenidos que deben transmitirse mediante la primera UCI, la al menos una segunda UCI y/o el PUSCH pertenecen a un grupo predeterminado de contenidos.

De acuerdo con un vigesimosegundo aspecto, se proporciona un método de acuerdo con el vigesimoprimer aspecto, en el que se determina, en la segunda determinación, que la transmisión de la señal multiplexada no debe omitirse si al menos un contenido que debe transmitirse

mediante la primera UCI, la al menos una segunda UCI y/o el PUSCH no pertenece al grupo predeterminado de contenidos.

De acuerdo con un vigesimotercer aspecto, se proporciona un método de acuerdo con cualquiera de los aspectos decimonoveno a vigesimosegundo, en el que el grupo predeterminado de contenidos incluye al menos uno de una solicitud de programación, SR, datos que deben transmitirse en un PUSCH de concesión configurada, CG, y un reporte de CSI periódico o semipersistente.

De acuerdo con un vigesimocuarto aspecto, se proporciona un método de acuerdo con el decimoquinto o decimosexto aspecto, en el que se determina, en la segunda determinación, que la transmisión de la señal multiplexada debe omitirse si la relación de temporización entre los recursos dedicados a la transmisión de la señal multiplexada indica que dichos recursos se superponen con un periodo no activo.

De acuerdo con un vigesimoquinto aspecto, se proporciona un método de acuerdo con cualquiera de los aspectos decimoquinto a vigesimocuarto, en el que la al menos una DRX es una DRX de celda.

De acuerdo con un vigesimosexto aspecto, se proporciona un método de acuerdo con cualquiera de los aspectos decimoquinto a vigesimocuarto, en el que el UE está configurado con una primera DRX que incluye primeros periodos no activos y una segunda DRX que incluye segundos periodos no activos; y los periodos no activos incluyen los primeros periodos no activos y los segundos periodos no activos, o únicamente los segundos periodos no activos.

De acuerdo con un vigesimoséptimo aspecto, se proporciona un método de acuerdo con el vigesimosexto aspecto, en el que la primera DRX es una DRX de celda.

De acuerdo con un vigesimooctavo aspecto, se proporciona un método de acuerdo con el vigesimosexto o vigesimoséptimo aspecto, en el que la segunda DRX es una DRX de celda o una DRX en modo conectado, C-DRX.

En resumen, se proporciona un equipo de usuario, UE, que comprende un transceptor y circuitería. La circuitería, en funcionamiento, cuando el UE está configurado con al menos una recepción discontinua, DRX, que incluye periodos no activos, realiza una primera determinación sobre si una primera información de control de enlace ascendente, UCI, debe multiplexarse con al menos una segunda UCI y/o en un canal físico compartido de enlace ascendente, PUSCH, para formar una señal multiplexada. Dependiendo de un resultado de la primera determinación, la circuitería realiza una segunda determinación sobre si la primera UCI debe omitirse antes de la multiplexación, o sobre si la transmisión de la señal multiplexada debe omitirse, basándose en al menos una de una relación de temporización entre los recursos dedicados a una transmisión de la primera UCI antes de la multiplexación y los periodos no activos, y una relación de temporización entre los recursos dedicados a una transmisión de la señal multiplexada y los periodos no activos. La circuitería además realiza la

multiplexación para formar la señal multiplexada de acuerdo con los resultados de la primera determinación y la segunda determinación, y hace que el transceptor transmita la señal multiplexada de acuerdo con el resultado de la segunda determinación.