

REPETICIÓN PARA COMUNICACIONES DE BAJA LATENCIA ULTRA CONFIABLES

CAMPO TÉCNICO

5

Las modalidades de la presente divulgación se refieren en general a redes de comunicaciones inalámbricas y, más específicamente, a mejoras de rendimiento en comunicaciones de baja latencia (URLLC, por sus siglas en inglés *ultra-reliable low-latency communications*) ultra confiables en redes de comunicaciones inalámbricas.

10

ANTECEDENTES

En general, todos los términos usados en este documento deben interpretarse de acuerdo con su significado ordinario en el campo técnico pertinente, a menos que se dé claramente un significado diferente y/o esté implícito en el contexto en el que se usa. Todas las referencias a un/un/el elemento, aparato, componente, medio, etapa, *etc.* deben interpretarse abiertamente como una referencia a al menos una instancia del elemento, aparato, componente, medio, etapa, *etc.*, a menos que se indique explícitamente lo contrario. Las etapas de cualquier método y/o procedimientos divulgados en este documento no tienen que realizarse en el orden exacto divulgado, a menos que una etapa se describa explícitamente como siguiente o anterior a otra etapa y/o cuando esté implícito que una etapa debe seguir o preceder a otra etapa. Cualquier característica de cualquiera de las modalidades divulgadas en este documento se puede aplicar a cualquier otra modalidad, siempre que sea apropiado. Asimismo, cualquier ventaja de cualquiera de las modalidades puede aplicarse a cualquier otra modalidad y viceversa. Otros objetivos, características y ventajas de las modalidades adjuntas resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción.

25

Evolución a Largo Plazo (LTE, por sus siglas en inglés *long term evolution*) es un término general para las llamadas tecnologías de acceso por radio de cuarta generación (4G)

desarrolladas dentro del Proyecto de Asociación de Tercera Generación (3GPP, por sus siglas en inglés *Third-Generation Partnership Project*) e inicialmente estandarizadas en las Versiones 8 y 9, también conocidas como UTRAN Evolucionado (E-UTRAN). La LTE está dirigida a varias bandas de frecuencia con licencia y se acompaña de mejoras en aspectos que no son de radio, comúnmente conocidos como Evolución de la Arquitectura del Sistema (SAE, por sus siglas en inglés *System Architecture Evolution*), que incluye la red Núcleo de Paquetes Evolucionado (EPC, por sus siglas en inglés *Evolved Packet Core*). La LTE continúa evolucionando a través de versiones posteriores que se desarrollan de acuerdo con los procesos de establecimiento de estándares con 3GPP y sus grupos de trabajo (WGs, por sus siglas en inglés *working groups*), incluido el WG de la Red de Acceso por Radio (RAN, por sus siglas en inglés *Radio Access Network*) y subgrupos de trabajo (por ejemplo, RAN1, RAN2, etc.).

La Versión LTE 10 (Ver-10) admite anchos de banda superiores a 20 MHz. Un requisito importante en Ver-10 es asegurar la compatibilidad con versiones anteriores de Versión LTE-8. Como tal, una portadora LTE Ver-10 de banda ancha (por ejemplo, más ancha que 20 MHz) debería aparecer como una serie de portadoras en un terminal LTE Ver-8 (“heredado”). Cada una de estas portadoras puede denominarse Portadora de Componentes (CC). Para un uso eficiente de una portadora amplia también para terminales heredados, las terminales heredadas se pueden programar en todas las partes de la Portadora LTE Ver-10 de banda ancha. Una forma ejemplar de lograr esto es mediante la Agregación de Portadora (CA), mediante la cual un terminal Ver-10 puede recibir múltiples CC, cada uno de los cuales preferiblemente tiene la misma estructura que una portadora Ver-8. Una de las mejoras en la LTE Ver-11 es un canal de Control de Enlace Descendente Físico mejorado (ePDCCH), que tiene el objetivo de aumentar la capacidad y mejorar la reutilización espacial de los recursos del canal de control, mejorar la coordinación de interferencia entre celdas (ICIC) y respaldar la formación de haces de antena y/o la diversidad de transmisión para el canal de control. Además, la LTE Ver-12 introdujo la conectividad dual (DC) mediante la cual un UE puede conectarse a dos nodos de red simultáneamente, mejorando así la solidez y/o capacidad de la conexión.

En la Figura 1 se muestra una arquitectura ejemplar general de una red que comprende LTE y SAE. La E-UTRAN 100 comprende uno o más Nodos B evolucionados (eNB), como los eNB 105, 110 y 115, y uno o más equipos de usuario (UE), como UE 120. Tal como se utiliza dentro de los estándares 3GPP, “equipo de usuario” o “UE” significa cualquier dispositivo de comunicación inalámbrica (por ejemplo, teléfono inteligente o dispositivo informático) que es capaz de comunicarse con equipos de red que cumplen con el estándar 3GPP, incluyendo E-UTRAN, así como UTRAN y/o GERAN, ya que las redes de acceso por radio 3GPP de tercera (“3G”) y segunda generación (“2G”) son comúnmente conocidas.

Según lo especificado por 3GPP, E-UTRAN 100 es responsable de todas las funciones relacionadas con la radio en la red, incluido el control de portador de radio, el control de admisión de radio, el control de movilidad de radio, la programación y la asignación dinámica de recursos a los UE en el enlace ascendente y el enlace descendente, así como seguridad de las comunicaciones con el UE. Estas funciones residen en los eNB, como los eNB 105, 110 y 115. Los eNB en la E-UTRAN se comunican entre sí a través de la interfaz X1, como se muestra en la Figura 1. Los eNB también son responsables de la interfaz E-UTRAN al EPC 130, específicamente la interfaz S1 a la Entidad de gestión de movilidad (MME) y el Pasarela de Servicio (SGW), que se muestran colectivamente como MME/S-GW 134 y 138 en la Figura 1. En términos generales, el MME/S-GW maneja tanto el control general del UE como el flujo de datos entre el UE y el resto del EPC. Más específicamente, el MME procesa los protocolos de señalización (por ejemplo, plano de control) entre el UE y el EPC, que se conocen como protocolos de estrato sin acceso (NAS). El S-GW maneja todos los paquetes de datos de Protocolo de Internet (IP) (por ejemplo, Datos o plano de usuario) entre el UE y el EPC, y sirve como ancla de movilidad local para los portadores de datos cuando el UE se mueve entre los eNB, como los eNB 105, 110 y 115.

El EPC 130 también puede incluir un Servidor de Abonado Doméstico (HSS) 131, que gestiona la información relacionada con el usuario y el abonado. HSS 131 también puede proporcionar funciones de soporte en la gestión de movilidad, configuración de llamadas y

sesiones, autenticación de usuarios y autorización de acceso. Las funciones de HSS 131 se pueden relacionar con las funciones de las funciones u operaciones del Registro de Ubicación de Origen (HLR) y del Centro de autenticación (AuC) heredados.

5 En algunas modalidades, HSS 131 puede comunicarse con un repositorio de datos de usuario (UDR) - etiquetado EPC-UDR 135 en la Figura 1 - a través de una interfaz Ud. El EPC-UDR 135 puede almacenar credenciales de usuario después de que hayan sido cifradas por algoritmos AuC. Estos algoritmos no están estandarizados (es decir, específicos del proveedor), de modo que las credenciales cifradas almacenadas en EPC-UDR 135 son inaccesibles para
10 cualquier otro proveedor que no sea el proveedor de HSS 131.

La Figura 2A muestra un diagrama de bloques de alto nivel de una arquitectura LTE ejemplar en términos de sus entidades constituyentes - UE, E-UTRAN y EPC - y la división funcional de alto nivel en el estrato de acceso (AS) y el estrato de no acceso (NAS). La Figura
15 2A también ilustra dos puntos de interfaz particulares, a saber, Uu (Interfaz de Radio UE/E-UTRAN) y S1 (interfaz E-UTRAN/EPC), cada uno usando un conjunto específico de protocolos, es decir, Protocolos de Radio y Protocolos S1. Aunque no se muestra en la Figura 2A, cada uno de los conjuntos de protocolos puede segmentarse aún más en el plano de usuario y la funcionalidad de protocolo del plano de control. Los planos de usuario y de control también
20 se denominan plano U y plano C, respectivamente. En la interfaz Uu, el plano U transporta información del usuario (por ejemplo, paquetes de datos) mientras que el plano C transporta información de control entre UE y E-UTRAN.

La Figura 2B ilustra un diagrama de bloques de una pila de protocolos de plano C
25 ejemplar entre un UE, un eNB y una MME. La pila de protocolos ejemplar incluye capas Física (PHY), Control de Acceso al Medio (MAC), Control de Enlace de Radio (RLC), Protocolo de Convergencia de Datos de Paquetes (PDCP) y Control de Recursos de Radio (RRC) entre el UE y eNB. La capa PHY se ocupa de cómo y qué características se utilizan para transferir datos a través de canales de transporte en la interfaz de radio LTE. La capa MAC proporciona

servicios de transferencia de datos en canales lógicos, mapea canales lógicos a canales de transporte PHY y reasigna recursos PHY para soportar estos servicios. La capa RLC proporciona detección y/o corrección de errores, concatenación, segmentación y reensamblaje, reordenación de los datos transferidos hacia o desde las capas superiores. Las capas PHY, MAC y RLC realizan funciones idénticas tanto para el plano U como para el plano C. La capa PDCP proporciona cifrado/descifrado y protección de integridad tanto para el plano U como para el plano C, así como otras funciones para el plano U, como la compresión del encabezado. La pila de protocolos ejemplar también incluye señalización de estrato de no acceso (NAS) entre el UE y la MME.

10

La Figura 2C muestra un diagrama de bloques de una arquitectura de protocolo de interfaz de radio LTE ejemplar desde la perspectiva de la capa PHY. Las interfaces entre las distintas capas las proporcionan los puntos de acceso al servicio (SAP), indicados por los óvalos en la figura 2C. La capa PHY interactúa con las capas de protocolo MAC y RRC descritas anteriormente. En la figura también se hace referencia a PHY, MAC y RRC como Capas 1-3, respectivamente. El MAC proporciona diferentes canales lógicos a la capa de protocolo RLC (también descrita anteriormente), caracterizados por el tipo de información transferida, mientras que el PHY proporciona un canal de transporte al MAC, caracterizado por cómo se transfiere la información a través de la interfaz de radio. Al proporcionar este servicio de transporte, la PHY realiza varias funciones, incluida la detección y corrección de errores; tasa de adaptación y mapeo del canal de transporte codificado en canales físicos; ponderación, modulación y demodulación de potencia de canales físicos; diversidad de transmisión; y procesamiento de antenas de múltiples entradas y múltiples salidas de formación de haces (MIMO). La capa PHY también recibe información de control (por ejemplo, comandos) de RRC y proporciona información diversa a RRC, como mediciones de radio.

25

La capa RRC controla las comunicaciones entre un UE y un eNB en la interfaz de radio, así como la movilidad de un UE entre celdas en la E-UTRAN. Después de que un UE se enciende, estará en el estado RRC_IDLE hasta que se establezca una conexión RRC con la red,

momento en el que el UE pasará al estado RRC_CONNECTED (por ejemplo, donde puede ocurrir la transferencia de datos). El UE vuelve a RRC_IDLE después de que se libera la conexión con la red. En el estado RRC_IDLE, la radio del UE está activa en un horario de recepción discontinua (DRX) configurado por capas superiores. Durante los periodos activos de DRX (también denominados “duraciones de encendido”), un UE RRC_IDLE recibe información del sistema (SI) transmitida por una celda de servicio, realiza mediciones de celdas vecinas para respaldar la reelección de celdas y monitorea un canal de búsqueda en PDCCH para las el EPC a través de eNB. Un UE RRC_IDLE se conoce en el EPC y tiene una dirección IP asignada, pero el eNB de servicio no lo conoce (por ejemplo, no hay un contexto almacenado).

En términos generales, un canal físico corresponde a un conjunto de elementos de recursos que transportan información que se origina en capas superiores. Los canales físicos de enlace descendente (es decir, eNB a UE) proporcionados por LTE PHY incluyen Canal Compartido de Enlace Descendente Físico (PDSCH), Canal de Multidifusión Físico (PMCH), Canal de Control de Enlace Descendente Físico (PDCCH), Canal de Control de Enlace Descendente Físico de Retransmisión (R-PDCCH), Canal de Transmisión Físico (PBCH), Canal Indicador de Formato de Control Físico (PCFICH) y Canal Indicador ARQ Híbrido Físico (PHICH). Además, el enlace descendente LTE PHY incluye varias señales de referencia, señales de sincronización y señales de descubrimiento.

El PBCH transporta la información básica del sistema, requerida por el UE para acceder a la red. PDSCH es el canal físico principal utilizado para la transmisión de datos DL unidifusión, pero también para la transmisión de RAR (respuesta de acceso aleatorio), ciertos bloques de información del sistema e información de búsqueda. PHICH lleva retroalimentación HARQ (por ejemplo, ACK/NAK) para transmisiones UL por parte de los UE. De manera similar, PDCCH transporta asignaciones de programación de DL (por ejemplo, para PDSCH), concesiones de recursos de UL (por ejemplo, para PUSCH), retroalimentación de calidad de canal (por ejemplo, CSI) para el canal de UL y otra información de control.

Los canales físicos de enlace ascendente (es decir, UE a eNB) proporcionados por LTE PHY incluyen el Canal Compartido de Enlace Ascendente Físico (PUSCH), el Canal de Control de Enlace Ascendente Físico (PUCCH) y el Canal de Acceso Aleatorio Físico (PRACH).

5 Además, el enlace ascendente LTE PHY incluye varias señales de referencia que incluyen señales de referencia de demodulación (DM-RS), que se transmiten para ayudar al eNB en la recepción de un PUCCH o PUSCH asociado; y señales de referencia de sondeo (SRS), que no están asociadas con ningún canal de enlace ascendente.

10 PRACH se utiliza para la transmisión de preámbulos de acceso aleatorio. PUSCH es la contraparte de PDSCH, que se utiliza principalmente para la transmisión de datos UL unidifusión. De manera similar a PDCCH, PUCCH transporta información de control de enlace ascendente (UCI) como solicitudes de programación, CSI para el canal DL, retroalimentación HARQ para transmisiones eNB DL y otra información de control.

15

El esquema de acceso múltiple para LTE PHY se basa en la Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal (OFDM) con un prefijo cíclico (CP) en el enlace descendente y en el Acceso Múltiple por División de Frecuencia de Portadora Única (SC-FDMA) con un prefijo cíclico en el enlace ascendente. Para admitir la transmisión en espectros emparejados y no emparejados, la LTE PHY admite tanto la Duplexación por División de Frecuencia (FDD) (incluida la operación de dúplex completo y semidúplex) como la Duplexación por División de Tiempo (TDD). La Figura 3A muestra una estructura de trama de radio ejemplar (“tipo 1”) utilizada para la operación de enlace descendente (DL) LTE FDD. La trama de radio DL tiene una duración fija de 10 ms y consta de 20 franjas, etiquetadas de 0 a 19, cada una con una duración fija de 0,5 ms. Una subtrama de 1-ms comprende dos franjas consecutivas en donde la subtrama i consta de franjas $2i$ y $2i+1$. Cada franja de FDD DL ejemplar consta de símbolos $N_{\text{simb}}^{\text{DL}}$ OFDM, cada uno de los cuales está compuesto por subportadoras N_{sc} OFDM. Los valores ejemplares de $N_{\text{simb}}^{\text{DL}}$ pueden ser 7 (con un CP normal) o 6 (con un CP de longitud extendida) para una separación de subportadoras (SCS) de 15 kHz. El valor de N_{sc} se puede

20

25

configurar en función del ancho de banda del canal disponible. Dado que los expertos en la materia están familiarizados con los principios de OFDM, se omiten más detalles en esta descripción.

5 Como se muestra en la Figura 3A, una combinación de una subportadora particular en un símbolo particular se conoce como elemento de recurso (RE). Cada RE se usa para transmitir un número particular de bits, dependiendo del tipo de modulación y/o constelación de mapeo de bits usado para ese RE. Por ejemplo, algunos RE pueden transportar dos bits usando modulación QPSK, mientras que otros RE pueden transportar cuatro o seis bits usando 16 o 64-
10 QAM, respectivamente. Los recursos de radio de LTE PHY también se definen en términos de bloques de recursos físicos (PRB). Un PRB abarca subportadoras N_{sc}^{RB} durante la duración de un intervalo (es decir, símbolos N_{simb}^{DL}), donde N_{sc}^{RB} es típicamente 12 (con un ancho de banda de subportadora de 15 kHz) o 24 (ancho de banda de 7.5 kHz). Un PRB que abarca las mismas subportadoras N_{sc}^{RB} durante una subtrama completa (es decir, símbolos $2N_{simb}^{DL}$) se conoce
15 como un par PRB. De acuerdo con lo anterior, los recursos disponibles en una subtrama de LTE PHY DL comprenden pares N_{RB}^{DL} PRB, cada uno de los cuales comprende $2N_{simb}^{DL} \cdot N_{sc}^{RB}$ RE. Para un CP normal y un SCS de 15 kHz, un par PRB comprende 168 REs.

 Una característica ejemplar de los PRB es que los PRB numerados consecutivamente
20 (por ejemplo, PRB_i y PRB_{i+1}) comprenden bloques consecutivos de subportadoras. Por ejemplo, con un CP normal y un ancho de banda de subportadora de 15 kHz, PRB_0 comprende la subportadora 0 a 11, mientras que PRB_1 comprende las subportadoras 12 a 23. El recurso LTE PHY también se puede definir en términos de bloques de recursos virtuales (VRB), que tienen el mismo tamaño que los PRB, pero pueden ser de tipo localizado o distribuido. Los VRB
25 localizados se pueden mapear directamente a los PRB de modo que VRB n_{VRB} corresponda a $PRB_{n_{PRB} = n_{VRB}}$. Por otro lado, los VRB distribuidos pueden mapearse con PRB no consecutivos de acuerdo con varias reglas, como se describe en la Especificación Técnica (TS) de 3GPP 36.213 o conocidas de otro modo por las personas con conocimientos ordinarios en la técnica. Sin embargo, el término “PRB” se utilizará en esta divulgación para referirse a bloques

de recursos tanto físicos como virtuales. Además, el término “PRB” se utilizará de ahora en adelante para referirse a un bloque de recursos durante la duración de una subtrama, es decir, un par PRB, a menos que se especifique lo contrario.

5 La Figura 3B muestra una trama de radio de enlace ascendente (UL) de LTE FDD a modo de ejemplo configurada de manera similar a la trama de radio de FDD DL a modo de ejemplo que se muestra en la Figura 3A. Usando terminología consistente con la descripción de DL anterior, cada franja de UL consta de símbolos OFDM $N_{\text{simb}}^{\text{UL}}$, cada uno de los cuales está compuesto por subportadoras OFDM N_{sc} .

10

 Como se discutió anteriormente, LTE PHY mapea los diversos canales físicos DL y UL a los recursos mostrados en las Figuras 3A y 3B, respectivamente. Por ejemplo, el PHICH transporta retroalimentación HARQ (por ejemplo, ACK/NAK) para transmisiones UL por parte de los UE. De manera similar, el PDCCH transporta asignaciones de programación,
15 retroalimentación de la calidad del canal (por ejemplo, CSI) para el canal UL y otra información de control. Asimismo, un PUCCH transporta información de control de enlace ascendente tal como solicitudes de programación, CSI para el canal de enlace descendente, retroalimentación HARQ para transmisiones eNB DL y otra información de control. Tanto el PDCCH como el PUCCH pueden transmitirse en agregaciones de uno o varios elementos de canal de control
20 consecutivos (CCE), y un CCE se asigna al recurso físico basándose en grupos de elementos de recursos (REG), cada uno de los cuales está compuesto por una pluralidad de RE. Por ejemplo, un CCE puede comprender nueve (9) REG, cada uno de los cuales puede comprender cuatro (4) RE.

25

 La Figura 4 ilustra una manera ejemplar en la que los CCE y REG se pueden mapear a un recurso físico, por ejemplo, PRB. Como se muestra en la Figura 4, los REG que comprenden los CCE del PDCCH pueden mapearse en los primeros tres símbolos de una subtrama, mientras que los símbolos restantes están disponibles para otros canales físicos, como el PDSCH que transporta datos de usuario. En la disposición ejemplar de la Figura 4, cada uno de los REG

comprende cuatro RE, que están representados por los pequeños rectángulos de línea discontinua. Aunque se muestran dos CCE en la Figura 4, el número de CCE puede variar según la capacidad de PDCCH requerida, que puede basarse en el número de usuarios, la cantidad de mediciones y/o señalización de control, *etc.* En el enlace ascendente, se puede configurar

5 PUCCH similar.

En LTE, las transmisiones DL se programan dinámicamente, es decir, en cada subtrama la estación base transmite información de control que indica el terminal al que se transmiten los datos y sobre qué bloques de recursos se transmiten los datos, en la subtrama de enlace

10 descendente actual. Esta señalización de control se transmite típicamente en los primeros n símbolos OFDM en cada subtrama y el número n ($= 1, 2, 3$ o 4) se conoce como el Indicador de Formato de Control (CFI) indicado por el PCFICH transmitido en el primer símbolo de la región de control.

Si bien LTE se diseñó principalmente para comunicaciones de usuario a usuario, las

15 redes celulares 5G (también denominadas “NR”) están diseñadas para admitir altas velocidades de datos de un solo usuario (por ejemplo, 1 Gb/s) y la comunicación máquina a máquina a gran escala que implica transmisiones cortas y en ráfagas desde muchos dispositivos diferentes que comparten el ancho de banda de frecuencia. Los estándares de radio 5G (también denominados

20 “Radio Nueva” o “NR”) se dirigen actualmente a una amplia gama de servicios de datos, incluidos eMBB (Banda Ancha Móvil mejorada), URLLC (Comunicación de Baja Latencia Ultrafiable) y Comunicaciones Tipo Máquina (MTC). Estos servicios pueden tener diferentes requisitos y objetivos. Por ejemplo, URLLC está destinado para proporcionar un servicio de datos con requisitos de error y latencia extremadamente estrictos, por ejemplo, probabilidades

25 de error tan bajas como 10^{-5} o menos y 1 ms de latencia de un extremo a otro o menos.

Al igual que LTE, NR utiliza CP-OFDM (Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal de Prefijo Cíclico) en el enlace descendente y tanto CP-OFDM como OFDM de extensión DFT (DFT-S-OFDM) en el enlace ascendente. En el dominio del tiempo, los recursos

físicos de enlace descendente y ascendente NR se organizan en subtramas de igual tamaño de 1 ms cada una. Una subtrama se divide además en múltiples intervalos de igual duración, y cada intervalo incluye múltiples símbolos basados en OFDM. NR también comparte varias otras características de LTE que se discutieron anteriormente.

5

Para NR Ver-16, se ha discutido para soportar la transmisión de múltiples fuentes de PDSCH a los UE. En este contexto, “fuente” puede referirse a un haz, un panel, un punto de transmisión/recepción (TRP), *etc.* Por ejemplo, para admitir URLLC, puede ser beneficioso transmitir múltiples versiones de un bloque de transporte (TB) de datos a un UE desde diferentes TRP. Esto requiere programar múltiples PDSCH al mismo UE, lo que requiere que el UE decodifique correctamente múltiples PDCCH con información de programación para el respectivo PDSCH. El PDCCH múltiple para un único UE puede aumentar la complejidad del UE y también consume más recursos del canal de control, lo que reduce la flexibilidad para programar otros UE en la misma franja y/o aumenta la probabilidad de bloqueo del PDCCH. Estos efectos son indeseables.

10

15

RESUMEN

Las modalidades de la presente divulgación proporcionan mejoras específicas a la comunicación entre el equipo de usuario (UE) y los nodos de red en una red de comunicación inalámbrica, por ejemplo, facilitando soluciones para superar los problemas ejemplares descritos anteriormente.

20

25

Algunas modalidades de ejemplo de la presente divulgación incluyen métodos (por ejemplo, procedimientos) para comunicarse a través de una pluralidad de nodos en una red inalámbrica. Estos métodos ejemplares pueden ser realizados por un equipo de usuario (UE, por ejemplo, dispositivo inalámbrico, dispositivo IoT, módem, *etc.* o un componente del mismo) en comunicación con uno o más nodos de red (por ejemplo, Estación base, gNB, en-

gNB, *etc.*, o un componente de la misma) en una red inalámbrica (por ejemplo, E-UTRAN, NG-RAN).

5 Estos métodos ejemplares pueden incluir recibir, desde la red inalámbrica, una pluralidad de estados del Indicador de Configuración de Transmisión (TCI). En algunas modalidades, la pluralidad de estados de TCI puede asociarse con uno de los siguientes: una pluralidad respectiva de nodos en la red inalámbrica; o una pluralidad respectiva de haces asociados con uno o más nodos en la red inalámbrica.

10 Estos métodos ejemplares también pueden incluir recibir, a través de un único canal de control físico, información de programación para una pluralidad de canales de datos físicos que llevan una pluralidad respectiva de repeticiones de un bloque de datos. Por ejemplo, el canal de control físico puede ser un PDCCH y la información de programación puede ser un DCI de programación, como se discutió anteriormente. En algunas modalidades, la pluralidad de
15 canales de datos físicos pueden ser capas respectivas de un canal compartido de enlace descendente físico (PDSCH). En otras modalidades, cada canal de datos físicos puede ser un subconjunto de todas las capas de un PDSCH.

20 En algunas modalidades, la información de programación también puede incluir un indicador de recursos para recibir una o más de las repeticiones. Los recursos indicados pueden estar en al menos una de las siguientes dimensiones: tiempo, frecuencia y capa espacial. En algunas modalidades, los recursos para al menos dos de las repeticiones pueden estar en el mismo conjunto de símbolos en una franja.

25 En otras modalidades, la información de programación puede incluir un indicador de primeros recursos para recibir una primera de las repeticiones. En tales modalidades, estos métodos ejemplares también pueden incluir recibir una o más compensaciones para aplicar a los primeros recursos para determinar recursos adicionales para recibir los restantes de las repeticiones. En tales modalidades, los recursos adicionales pueden ubicarse en uno de los

siguientes con respecto a los primeros recursos: una o más franjas subsiguientes, o uno o más símbolos subsiguientes dentro de la misma franja.

En algunas modalidades, los recursos indicados para al menos dos de las repeticiones pueden superponerse completamente en frecuencia. En tales modalidades, la información de programación también incluye al menos uno de los siguientes para cada una de las repeticiones completamente superpuestas: un conjunto único de puertos de señal de referencia de demodulación (DMRS); Puertos DMRS de un grupo único de multiplexación por división de código (CDM); y una semilla de aleatorización de datos única.

En algunas modalidades, la información de programación también puede incluir un indicador de un mapeo entre la pluralidad de repeticiones y una pluralidad de versiones de redundancia (RV) del bloque de datos.

Estos métodos ejemplares también pueden incluir asignar uno o más de los estados TCI a la pluralidad de repeticiones. En algunas modalidades, la pluralidad de estados TCI es menor que la pluralidad de repeticiones, y la pluralidad de estados TCI se asignan a las repeticiones en un orden predefinido. En otras modalidades, la información de programación también puede incluir un indicador de un mapeo entre uno o más de los estados de TCI y la pluralidad de repeticiones. En tales modalidades, el uno o más estados de TCI se asignan a las repeticiones basándose en el mapeo indicado. En algunas de estas modalidades, el indicador se incluye en un campo que tiene una pluralidad de puntos de código, siendo la pluralidad de estados de TCI menor que la pluralidad de puntos de código. En tales modalidades, un primer subconjunto de puntos de código se puede asociar con estados de TCI individuales y un segundo subconjunto de puntos de código se puede asociar con combinaciones de estados de TCI individuales.

En algunas modalidades, cada estado de TCI incluye uno o más pares de señales de referencia fuente (RS), y cada par de RS de fuente tiene un par correspondiente de relaciones de cuasi-colocación (QCL) con puertos de antena, para DM-RS, que están mapeados a un canal

de datos físico particular. En tales modalidades, estos métodos ejemplares también pueden incluir, para cada uno de la pluralidad de estados de TCI, determinar los parámetros del canal en base a los pares de RS fuente incluidos en el estado de TCI particular.

- 5 Estos métodos ejemplares también pueden incluir recibir la pluralidad de repeticiones a través de la pluralidad de canales de datos físicos en base a la información de programación y los estados TCI asignados. En algunas modalidades, estas operaciones pueden incluir lo siguiente para cada uno de los canales de datos físicos: basándose en los parámetros del canal (por ejemplo, determinados para los pares RS fuente), recibir el DM-RS mapeado al canal de
- 10 datos físicos; determinar otros parámetros de canal basándose en el DM-RS recibido; y recibir el canal de datos físicos basándose en los parámetros del canal adicional.

- Otras modalidades de ejemplo incluyen métodos (por ejemplo, procedimientos) para comunicarse a través de una pluralidad de canales de datos físicos con un solo equipo de usuario
- 15 (UE). Estos métodos ejemplares pueden ser realizados por uno o más nodos de red (por ejemplo, estaciones base, eNB, gNB, en-gNB, *etc.*, o componentes de los mismos) de una red inalámbrica (por ejemplo, NG-RAN, E-UTRAN).

- Estos métodos ejemplares pueden incluir transmitir, al UE, una pluralidad de estados
- 20 del Indicador de Configuración de Transmisión (TCI). En algunas modalidades, la pluralidad de estados de TCI puede asociarse con uno de los siguientes: una pluralidad respectiva de nodos en la red inalámbrica; o una pluralidad respectiva de haces asociados con uno o más nodos en la red inalámbrica.

- 25 Estos métodos ejemplares también pueden incluir asignar uno o más de los estados TCI a una pluralidad de repeticiones, de un bloque de datos, para ser transportados por una pluralidad respectiva de canales de datos físicos. En algunas modalidades, la pluralidad de estados TCI puede ser menor que la pluralidad de repeticiones, y la pluralidad de estados TCI

puede asignarse a las repeticiones en un orden predefinido. El UE también puede conocer este orden predefinido y asignar estados TCI a las repeticiones de la manera correspondiente.

Estos métodos ejemplares también pueden incluir transmitir, a través de un solo canal de control físico, información de programación para una pluralidad de canales de datos físicos que llevan una pluralidad respectiva de repeticiones de un bloque de datos. En algunas modalidades, la pluralidad de canales de datos físicos pueden ser capas respectivas de un canal compartido de enlace descendente físico (PDSCH). En otras modalidades, cada canal de datos físicos puede ser un subconjunto de todas las capas de un PDSCH.

En algunas modalidades, la información de programación también puede incluir un indicador de recursos para recibir una o más de las repeticiones. Los recursos indicados pueden estar en al menos una de las siguientes dimensiones: tiempo, frecuencia y capa espacial. En algunas modalidades, los recursos para al menos dos de las repeticiones pueden estar en el mismo conjunto de símbolos en una franja.

En otras modalidades, la información de programación puede incluir un indicador de primeros recursos para recibir una primera de las repeticiones. En tales modalidades, estos métodos ejemplares también pueden incluir la transmisión de una o más compensaciones para aplicar a los primeros recursos para determinar recursos adicionales para recibir los restantes de las repeticiones. En tales modalidades, los recursos adicionales pueden ubicarse en uno de los siguientes con respecto a los primeros recursos: una o más franjas subsiguientes, o uno o más símbolos subsiguientes dentro de la misma franja.

En algunas modalidades, los recursos indicados para al menos dos de las repeticiones pueden superponerse completamente en frecuencia. En tales modalidades, la información de programación también puede incluir al menos uno de los siguientes para cada una de las repeticiones completamente superpuestas: un conjunto único de puertos de señal de referencia

de demodulación (DMRS); Puertos DMRS de un grupo único de multiplexación por división de código (CDM); y una semilla de aleatorización de datos única.

En algunas modalidades, la información de programación también puede incluir un
5 indicador de un mapeo entre la pluralidad de repeticiones y una pluralidad de versiones de redundancia (RV) del bloque de datos.

En algunas modalidades, la información de programación también puede incluir un
indicador de un mapeo entre uno o más de los estados de TCI y la pluralidad de repeticiones.
10 Por ejemplo, este mapeo puede reflejar y/o indicar la asignación de estados TCI a repeticiones. En algunas de estas modalidades, el indicador se incluye en un campo que tiene una pluralidad de puntos de código, siendo la pluralidad de estados de TCI menor que la pluralidad de puntos de código. En tales modalidades, un primer subconjunto de puntos de código se puede asociar con estados de TCI individuales y un segundo subconjunto de puntos de código se puede asociar
15 con combinaciones de estados de TCI individuales.

En algunas modalidades, cada estado de TCI puede incluir uno o más pares de señales de referencia de fuente (RS), teniendo cada par de RS de fuente un par correspondiente de relaciones de cuasi-colocación (QCL) con puertos de antena, para DM-RS, que están mapeados
20 a un canal de datos físico particular. En tales modalidades, estos métodos ejemplares también pueden incluir, para cada uno de la pluralidad de estados de TCI, transmitir el par RS fuente incluido en el estado de TCI particular.

Estos métodos ejemplares también pueden incluir transmitir la pluralidad de
25 repeticiones a través de la pluralidad de canales de datos físicos en base a la información de programación y los estados TCI asignados. En algunas modalidades, estas operaciones pueden incluir transmitir el DM-RS respectivo en asociación con los canales de datos físicos a los que están mapeados. Esto puede facilitar que el UE utilice los pares RS fuente y las relaciones QCL

para recibir un RS objetivo (por ejemplo, DM-RS) que está asociado con un canal de datos físico particular.

Otras modalidades de ejemplo incluyen redes inalámbricas que incluyen uno o más
5 nodos de red (por ejemplo, estaciones base, eNB, gNB, CU/DU, TRP, controladores, *etc.*) y
equipos de usuario (UE, por ejemplo, dispositivos inalámbricos, dispositivos IoT o
componentes de los mismos, tal como un módem) configurado para realizar operaciones
correspondientes a cualquiera de los métodos ejemplares descritos en este documento. Otras
modalidades de ejemplo incluyen medios no transitorios legibles por computador que
10 almacenan instrucciones de programa que, cuando se ejecutan mediante circuitos de
procesamiento, configuran tales redes inalámbricas o UE para realizar operaciones
correspondientes a cualquiera de los métodos ejemplares descritos en este documento.

Estos y otros objetos, características y ventajas de las modalidades de la presente
15 divulgación resultarán evidentes al leer la siguiente descripción detallada a la vista de los
dibujos que se describen brevemente a continuación.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

20 La Figura 1 es un diagrama de bloques de alto nivel de una arquitectura ejemplar de
Evolución a Largo Plazo (LTE) Evolucionado UTRAN (E-UTRAN) y Núcleo de Paquetes
Evolucionado (EPC) según lo estandarizado por 3GPP.

La figura 2A es un diagrama de bloques de alto nivel de una arquitectura E-UTRAN
25 ejemplar en términos de sus componentes, protocolos e interfaces constituyentes.

La figura 2B es un diagrama de bloques de capas de protocolo ejemplares de la parte
del plano de control de la interfaz de radio (Uu) entre un equipo de usuario (UE) y la E-UTRAN.

La figura 2C es un diagrama de bloques de una arquitectura de protocolo de interfaz de radio LTE ejemplar desde la perspectiva de la capa PHY.

5 Las figuras 3A y 3B son diagramas de bloques, respectivamente, de estructuras de tramas de radio LTE de enlace descendente y ascendente ejemplares utilizados para la operación de duplexación por división de frecuencia (FDD);

La Figura 4 muestra una manera ejemplar en la que los CCE y REG se pueden mapear con un recurso físico.

10

La Figura 5 muestra una cuadrícula de recursos de tiempo-frecuencia ejemplar para una franja NR.

Las Figuras 6A-6B muestran varias configuraciones de franjas NR a modo de ejemplo.

15

La Figura 7 ilustra una vista de alto nivel de una arquitectura de red 5G.

La Figura 8, que incluye las Figuras 8A-8D, muestra cuatro mapeos ejemplares de señales de referencia de demodulación cargadas al frente (DM-RS).

20

Las figuras 9-10 muestran diagramas de flujo para escenarios operativos ejemplares en los que un UE se comunica con dos gNB que pueden proporcionar transmisión de diversidad PDSCH, de acuerdo con varias modalidades de ejemplo de la presente divulgación.

25

La Figura 11 muestra un diagrama de flujo de un método de ejemplo (por ejemplo, procedimiento) realizado por un equipo de usuario (UE, por ejemplo, dispositivo inalámbrico, dispositivo IoT, *etc.*), de acuerdo con varias modalidades de ejemplo de la presente divulgación.

La Figura 12 muestra un diagrama de flujo de un método de ejemplo (por ejemplo, Procedimiento) realizado por una red inalámbrica que incluye uno o más nodos (por ejemplo, Estaciones base, gNB, eNB, en-gNB, *etc.*), de acuerdo con varias modalidades de ejemplo de la presente divulgación.

5

La figura 13 es un diagrama de bloques de un dispositivo inalámbrico o UE ejemplar de acuerdo con varias modalidades de ejemplo de la presente divulgación.

La figura 14 es un diagrama de bloques de un nodo de red ejemplar de acuerdo con varias modalidades de ejemplo de la presente divulgación.

10

La figura 15 es un diagrama de bloques de una red ejemplar configurada para proporcionar servicios de datos fuera de serie (OTT) entre un computador central y un UE, según varias modalidades de ejemplo de la presente divulgación.

15

La Figura 16 muestra varias disposiciones ejemplares que ilustran la repetición de PDSCH basada en franjas, franjas minis, frecuencia y capas, de acuerdo con varias modalidades de ejemplo de la presente divulgación.

20 DESCRIPCIÓN DETALLADA

Algunas de las modalidades contempladas en el presente documento se describirán ahora de forma más completa con referencia a los dibujos adjuntos. Otras modalidades, sin embargo, están contenidas dentro del alcance de la materia objeto divulgada en el presente documento, dicha materia objeto divulgada no debe interpretarse como limitada únicamente a las modalidades expuestas aquí; más bien, estas modalidades se proporcionan a modo de ejemplo para transmitir el alcance materia objeto a los expertos en la técnica. Adicionalmente, a lo largo de la solicitud se utilizarán varios términos que se describen a continuación.

25

El término “nodo de red” utilizado en este documento puede ser cualquier tipo de nodo de red comprendido en una red de radio que puede comprender además cualquiera de estación base (BS), estación base de radio, estación transceptora base (BTS), controlador de estación base (BSC), controlador de red de radio (RNC), g Nodo B (gNB), Nodo B evolucionado (eNB o eNodeB), Nodo B, nodo de radio de radio multiestándar (MSR) como MSR BS, entidad de coordinación de múltiples celdas/multidifusión (MCE), nodo de retransmisión, retransmisión de control de nodo donante, punto de acceso de radio (AP), puntos de transmisión, nodos de transmisión, Unidad de Radio Remota (RRU) Cabezal de Radio Remota (RRH), un nodo de red central (por ejemplo, entidad de gestión móvil (MME), nodo de red auto organizativa (SON), un nodo de coordinación, nodo de posicionamiento, nodo MDT, *etc.*), un nodo externo (por ejemplo, un nodo de terceros, un nodo externo a la red actual), nodos en el sistema de antena distribuida (DAS), un nodo de sistema de acceso al espectro (SAS), un sistema de gestión de elementos (EMS), *etc.* El nodo de red también puede comprender un equipo de prueba. El término “nodo de radio” utilizado en el presente documento también se puede utilizar para indicar un dispositivo inalámbrico (WD) tal como un dispositivo inalámbrico (WD) o un nodo de red de radio.

El término “nodo de red de radio” puede referirse a cualquier tipo de nodo de red que puede comprender cualquier tipo de estación base, estación base de radio, estación transceptora base, controlador de estación base, controlador de red, RNC, Nodo B evolucionado (eNB), Nodo B, gNB, Entidad de coordinación multicelda/multidifusión (MCE), nodo de retransmisión, punto de acceso, punto de acceso de radio, Unidad de Radio Remota (RRU), Cabezal de Radio Remoto (RRH), nodo de retorno de acceso integrado (IAB), *etc.*

En algunas modalidades, un TRP puede estar asociado con un nodo de red o un nodo de red de radio. En algunas modalidades, un escenario multi-TRP puede incluir más de un TRP asociado con uno o más nodos de red.

A menos que se indique lo contrario, los términos “dispositivo inalámbrico” (o “WD” para abreviar) y “equipo de usuario” (o “UE” para abreviar) se usan indistintamente. Un WD puede ser cualquier tipo de dispositivo inalámbrico capaz de comunicarse con un nodo de red u otro WD a través de señales de radio, como un dispositivo inalámbrico (WD). El WD también
5 puede ser un dispositivo de comunicación por radio, dispositivo compatible, dispositivo a dispositivo (D2D) WD, tipo de máquina WD o WD capaz de comunicación de máquina a máquina (M2M), WD de bajo costo y/o baja complejidad, un sensor equipado con WD, tableta, terminales móviles, teléfono inteligente, computador portátil equipada (LEE), equipo montado en computador portátil (LME), dongles USB, Equipo en las Instalaciones del Cliente (CPE), un
10 dispositivo de Internet de las Cosas (IoT), una IoT de Banda Estrecha (NB- IOT), dispositivo aéreo (por ejemplo, Dron), ProSe UE, V2V UE, V2X UE, *etc.*

A menos que se indique lo contrario, las funciones descritas en este documento como realizadas por un nodo de red o un UE pueden distribuirse entre una pluralidad de nodos de red
15 o UE. En otras palabras, se contempla que las funciones del nodo de red y UE descritas en este documento no se limitan al rendimiento de un solo dispositivo físico y, de hecho, se pueden distribuir entre varios dispositivos físicos.

A menos que se indique lo contrario, el término “recurso de tiempo” puede corresponder
20 a cualquier tipo de recurso físico o recurso de radio expresado en términos de duración o intervalo de tiempo o duración de tiempo. En algunas modalidades, el término “intervalo” se usa para indicar un recurso de radio; sin embargo, debe entenderse que las técnicas descritas en el presente documento pueden usarse ventajosamente con otros tipos de recursos de radio, tales como cualquier tipo de recurso físico o recurso de radio expresado en términos de tiempo.
25 Ejemplos de recursos de tiempo son: símbolo, intervalo de tiempo, franja mini, subtrama, trama de radio, intervalo de tiempo de transmisión (TTI), tiempo de entrelazado, número de recurso de tiempo, *etc.*

A menos que se indique lo contrario, el término “TTI” puede corresponder a cualquier período de tiempo durante el cual un canal físico se puede codificar e intercalar para su transmisión (por ejemplo, durante el TTI). El receptor puede decodificar el canal físico durante el mismo período de tiempo (T_0) durante el cual fue codificado. El TTI también puede denominarse indistintamente como TTI corto (sTTI), tiempo de transmisión, franja, subfranja, franja mini, subtrama corta (SSF), subtrama mini, *etc.*

En algunas modalidades, un transmisor (por ejemplo, un nodo de red) y un receptor (por ejemplo, WD) pueden tener una comprensión común y predeterminada sobre las reglas para determinar qué recursos se dispondrán para la transmisión y/o recepción de uno o más canales físicos. Dichas reglas pueden, en algunas modalidades, denominarse “mapeo”. En otras modalidades, el término “mapeo” puede tener otros significados.

A menos que se indique lo contrario, el término “canal” puede referirse a un canal lógico, de transporte o físico. Un canal puede comprender y/o estar dispuesto en una o más portadoras, por ejemplo, una pluralidad de subportadoras. Un canal que transporta y/o para transportar información de control/señalización de control puede considerarse un canal de control, por ejemplo, si es un canal de capa física y/o si transporta información del plano de control. De manera análoga, un canal que transporta (y/o transportar) señalización de datos/información de usuario puede considerarse un canal de datos (por ejemplo, PDSCH), en particular si es un canal de capa física y/o si transporta información del plano de usuario (UP). Se puede definir un canal para una dirección de comunicación específica, o para dos direcciones de comunicación complementarias (por ejemplo, UL y DL, o enlace lateral en dos direcciones), en cuyo caso se puede considerar que tiene dos canales componentes, uno para cada dirección.

25

Aunque las modalidades pueden describirse a continuación en el contexto de un canal de enlace descendente (DL) (por ejemplo, PDSCH), debe entenderse que los principios subyacentes a tales modalidades también pueden ser aplicables a otros canales, por ejemplo, otros canales DL y/o ciertos canales de enlaces ascendentes (por ejemplo, PUSCH).

Aunque el término “celda” se usa en este documento, debe entenderse que (particularmente con respecto a 5G/NR) se pueden usar haces en lugar de celdas y, como tales, los conceptos descritos en este documento se aplican por igual tanto a celdas como a haces.

5

Aunque en el presente documento se puede utilizar la terminología de uno o más sistemas inalámbricos específicos (por ejemplo, LTE y/o NR), esto no debe verse como una limitación del alcance de la divulgación a solo esos sistemas inalámbricos específicos. Otros sistemas inalámbricos, incluido el Acceso Múltiple por División de Código de Banda Ancha (WCDMA), la Interoperabilidad Mundial para el Acceso por Microondas (WiMax), la Banda Ancha Ultra Móvil (UMB) y el Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM), también pueden beneficiarse de los principios y/o modalidades de la presente divulgación.

Como se mencionó brevemente anteriormente, se ha discutido el soporte de la transmisión de múltiples fuentes de PDSCH a UE para NR Ver-16. En este contexto, el término “fuente” puede referirse a un haz, un panel, un punto de transmisión/recepción (TRP), *etc.* Por ejemplo, para admitir URLLC, puede ser beneficioso transmitir múltiples versiones de un bloque de transporte (TB) a un UE de diferentes TRP, también denominada “diversidad multi-TRP”. Esto requiere programar múltiples PDSCH para el mismo UE. Sin embargo, esto aumenta la complejidad del UE ya que el UE necesita decodificar correctamente múltiples PDCCH para recibir múltiples PDSCH para beneficiarse de la diversidad multi-TRP de la transmisión. El PDCCH múltiple para un único UE también reduce la flexibilidad para programar otros UE en la misma franja y/o aumenta la probabilidad de bloqueo del PDCCH. Estos problemas se analizan con más detalle a continuación.

25

En Ver-15 NR, un UE puede configurarse con hasta cuatro partes de ancho de banda de portadora (BWP) en el enlace descendente (DL) con un solo BWP de portadora DL activo en un momento dado. Un UE también se puede configurar con hasta cuatro BWP de portadora de enlace ascendente (UL) con un solo BWP de portadora UL activo en un momento dado. Si un

UE está configurado con un UL suplementario, el UE puede configurarse con hasta cuatro BWP portadoras adicionales en el UL suplementario, con un solo BWP portador UL suplementario activo en un momento dado.

5 La Figura 5 muestra una cuadrícula de recursos de tiempo-frecuencia ejemplar para una franja NR. Como se ilustra en la Figura 5, un bloque de recursos (RB) consta de un grupo de 12 subportadoras OFDM contiguas durante una franja de 14 símbolos. Como en LTE, un elemento de recurso (RE) consta de una subportadora en una franja. Los RB comunes (CRB) se numeran desde 0 hasta el final del ancho de banda del sistema. Cada BWP configurado para
10 un UE tiene una referencia común de CRB 0, de modo que un BWP configurado particular puede comenzar en un CRB mayor que cero. De esta manera, un UE puede configurarse con un BWP estrecho (por ejemplo, 10 MHz) y un BWP ancho (por ejemplo, 100 MHz), cada uno comenzando en un CRB particular, pero solo un BWP puede estar activo para el UE en un determinado punto en el tiempo.

15

Dentro de un BWP, los RB se definen y numeran en el dominio de frecuencia de 0 a $N_{\text{BWP},i}^{\text{tamaño}} - 1$, donde i es el índice del BWP particular para la portadora. Similar a LTE, cada elemento de recurso NR (RE) corresponde a una subportadora OFDM durante un intervalo de símbolo OFDM. NR admite varios valores SCS $\Delta f = (15 \times 2^\mu)$ kHz, donde $\mu \in (0,1,2,3,4)$ se denominan “numerologías”. La numerología $\mu = 0$ (es decir, $\Delta f = 15$ kHz) proporciona el SCS
20 básico (o de referencia) que también se utiliza en LTE. La longitud de la franja está inversamente relacionada con SCS o numerología según $1/2^\mu$ ms. Por ejemplo, hay una franja (1-ms) por subtrama para $\Delta f = 15$ kHz, dos franjas de 0,5-ms por subtrama para $\Delta f = 30$ kHz, *etc.* Además, el ancho de banda RB está directamente relacionado con la numerología según 2^μ
25 * 180 kHz.

La Tabla 1 a continuación resume las numerologías NR admitidas y los parámetros asociados.

La red puede configurar diferentes numerologías DL y UL.

Tabla 1.

μ	$\Delta f = 2^\mu \cdot 15$ [kHz]	Prefijo cíclico	Longitud de franja	RB BW (MHz)
0	15	Normal	1 ms	0,18
1	30	Normal	0,5 ms	0,36
2	60	Normal, Extendido	0,25 ms	0,72
3	120	Normal	125 μ s	1,44
4	240	Normal	62,5 μ s	2,88

Una franja NR puede incluir 14 símbolos OFDM para el prefijo cíclico normal y 12 símbolos para el prefijo cíclico extendido. La Figura 6A muestra una configuración de franja NR ejemplar que comprende 14 símbolos, donde las duraciones de franja y símbolos se indican T_s y T_{simb} , respectivamente. Además, NR incluye una programación de Tipo B, también conocida como “franjas minis”. Estos son más cortos que las franjas, normalmente van desde un símbolo hasta uno menos que el número de símbolos en una franja (por ejemplo, 13 u 11), y pueden comenzar en cualquier símbolo de una franja. Se pueden utilizar franjas minis si la duración de transmisión de una franja es demasiado larga y/o la aparición del siguiente inicio de la franja (alineación de la franja) es demasiado tarde. Las aplicaciones de franjas minis incluyen espectro sin licencia y transmisión de latencia crítica (por ejemplo, URLLC). Sin embargo, las mini franjas no son específicas del servicio y también se pueden usar para eMBB u otros servicios.

La figura 6B muestra otro ejemplo de estructura de franjas NR que comprende 14 símbolos. En esta disposición, el PDCCH se limita a una región que contiene un número particular de símbolos y un número particular de subportadoras, denominado conjunto de recursos de control (CORESET). En la estructura ejemplar mostrada en la Figura 6B, los dos primeros símbolos contienen PDCCH y cada uno de los 12 símbolos restantes contiene canales de datos físicos (PDCH), es decir, PDSCH o PUSCH. Sin embargo, dependiendo de la

configuración particular de CORESET, las dos primeras franjas también pueden transportar PDSCH u otra información, según sea necesario.

Un CORESET incluye múltiples RB (es decir, múltiplos de 12 RE) en el dominio de la frecuencia y 1-3 símbolos OFDM en el dominio del tiempo, como se define con más detalle en 3GPP TS 38.211 § 7.3.2.2. Un CORESET es funcionalmente similar a la región de control en la subtrama LTE, como se ilustra en la Figura 4. Sin embargo, en NR, cada REG consta de los 12 RE de un símbolo OFDM en un RB, mientras que un REG LTE incluye solo cuatro RE, como se ilustra en la Figura 4. Como en LTE, el tamaño del dominio de tiempo CORESET puede ser indicado por PCFICH. En LTE, el ancho de banda de frecuencia de la región de control es fijo (es decir, al ancho de banda total del sistema), mientras que en NR, el ancho de banda de frecuencia del CORESET es variable. Los recursos CORESET pueden indicarse a un UE mediante señalización RRC.

La unidad más pequeña utilizada para definir CORESET es el REG, que abarca un PRB en frecuencia y un símbolo OFDM en el tiempo. Además del PDCCH, cada REG contiene señales de referencia de demodulación (DM-RS) para ayudar en la estimación del canal de radio por el que se transmitió ese REG. Cuando se transmite el PDCCH, se puede utilizar un precodificador para aplicar pesos en las antenas de transmisión basándose en algún conocimiento del canal de radio antes de la transmisión. Es posible mejorar el rendimiento de la estimación del canal en el UE estimando el canal sobre múltiples REG que están próximos en tiempo y frecuencia, si el precodificador usado en el transmisor para los REG no es diferente. Para ayudar al UE con la estimación del canal, los múltiples REG se pueden agrupar para formar un paquete REG, y el tamaño del paquete REG para un CORESET (es decir, 2, 3 o 6 REG) se puede indicar al UE. El UE puede asumir que cualquier precodificador utilizado para la transmisión del PDCCH es el mismo para todos los REG en el paquete REG.

Un elemento de canal de control NR (CCE) consta de seis REG. Estos REG pueden ser contiguos o distribuidos en frecuencia. Cuando los REG se distribuyen en frecuencia, se dice

que el CORESET utiliza el mapeo entrelazado de los REG a un CCE, mientras que, si los REG son contiguos en frecuencia, se dice que se utiliza un mapeo no entrelazado. El entrelazado puede proporcionar diversidad de frecuencias. No usar entrelazado es beneficioso para los casos en los que el conocimiento del canal permite que el uso de un precodificador en una parte particular del espectro mejore la SINR en el receptor.

De manera similar a LTE, la programación de datos NR se puede realizar dinámicamente por franja. En cada franja, la estación base (por ejemplo, gNB) transmite información de control de enlace descendente (DCI) sobre PDCCH que indica qué UE está programado para recibir datos en esa franja, así como qué RB transportarán esos datos. Un UE primero detecta y decodifica DCI y, si el DCI incluye información de planificación de DL para el UE, recibe el PDSCH correspondiente en base a la información de planificación de DL. Los formatos DCI 1_0 y 1_1 se utilizan para transmitir la programación PDSCH.

Asimismo, DCI en PDCCH puede incluir concesiones de UL que indican qué UE está programado para transmitir datos en PUCCH en esa franja, así como qué RB llevarán esos datos. Un UE primero detecta y decodifica DCI y, si el DCI incluye una concesión de enlace ascendente para el UE, transmite el PUSCH correspondiente en los recursos indicados por la concesión de UL. Los formatos DCI 0_0 y 0_1 se utilizan para transmitir concesiones UL para PUSCH, mientras que otros formatos DCI (2_0, 2_1, 2_2 y 2_3) se utilizan para otros fines, incluida la transmisión de información de formato de franja, recurso reservado, transmisión de información de control de potencia, *etc.*

Un DCI incluye una carga útil complementada con una Verificación de Redundancia Cíclica (CRC) de los datos de la carga útil. Dado que el DCI se envía en el PDCCH que es recibido por múltiples UE, es necesario incluir un identificador del UE objetivo. En NR, esto se hace aleatorizando el CRC con un Identificador Temporal de Red de Radio (RNTI) asignado al UE. Más comúnmente, la celda RNTI (C-RNTI) asignada al UE objetivo por la celda de servicio se usa para este propósito.

La carga útil DCI junto con un CRC aleatorizado por identificador se codifica y transmite en el PDCCH. Dados los espacios de búsqueda configurados previamente, cada UE intenta detectar un PDCCH dirigido a él de acuerdo con múltiples hipótesis (también denominadas “candidatos”) en un proceso conocido como “decodificación ciega”. Los candidatos de PDCCH pueden abarcar 1, 2, 4, 8 o 16 CCE, y el número de CCE se denomina nivel de agregación (AL) del candidato de PDCCH. Si se utiliza más de un CCE, la información del primer CCE se repite en los otros CCE. Variando AL, el PDCCH puede hacerse más o menos robusto para un cierto tamaño de carga útil. En otras palabras, la adaptación del enlace PDCCH se puede realizar ajustando AL. Dependiendo de AL, los candidatos de PDCCH se pueden ubicar en varias ubicaciones de frecuencia de tiempo en el CORESET.

Una vez que un UE decodifica un DCI, aleatoriza el CRC con los RNTI que le están asignados y/o asociados con el espacio de búsqueda de PDCCH particular. En caso de una adaptación, el UE considera que el DCI detectado está dirigido a él y sigue las instrucciones (por ejemplo, información de programación) en el DCI.

Se puede utilizar una función de *hash* para determinar los CCE correspondientes a los candidatos de PDCCH que un UE debe monitorear dentro de un conjunto de espacios de búsqueda. El hash se realiza de forma diferente para diferentes UE, de modo que los CCE utilizados por los UE son aleatorios, reduciendo así la probabilidad de colisiones entre múltiples UE para los que se incluyen mensajes PDCCH en un CORESET. También se configura una periodicidad de supervisión para diferentes candidatos de PDCCH. En cualquier franja particular, el UE puede configurarse para monitorear múltiples candidatos de PDCCH en múltiples espacios de búsqueda que pueden mapearse a uno o más CORESET. Es posible que los candidatos de PDCCH necesiten ser monitoreados varias veces en una franja, una vez en cada franja o una vez en varias franjas.

El DCI también puede incluir información sobre varias compensaciones de tiempo (por ejemplo, en franjas o subtramas) entre PDCCH y PDSCH, PUSCH, HARQ y/o CSI-RS. Por ejemplo, la compensación K0 representa el número de franjas entre la recepción PDCCH del UE de un DCI de programación PDSCH (por ejemplo, formatos 1_0 o 1_1) y la transmisión PDSCH subsiguiente. Asimismo, la compensación K1 representa el número de franjas entre esta transmisión PDSCH y la transmisión HARQ ACK/NACK sensible del UE en el PUSCH. Además, la compensación K3 representa el número de franjas entre este ACK/NACK sensible y la correspondiente retransmisión de datos en PDSCH. Además, la compensación K2 representa el número de franjas entre la recepción PDCCH del UE de un DCI de concesión PUSCH (por ejemplo, formatos 0_0 o 0_1) y la transmisión PUSCH subsiguiente. Cada una de estas compensaciones puede tomar valores de cero y enteros positivos.

Finalmente, el formato DCI 0_1 también puede incluir una solicitud de red para un informe de UE de información de estado de canal (CSI) o información de calidad de canal (CQI). Antes de enviar este informe, el UE recibe y mide el CSI-RS transmitido por la red. El parámetro *aperiodicTriggeringOffset* representa el número entero de franjas entre la recepción del UE de un DCI que incluye una solicitud de CSI y la transmisión de la red del CSI-RS. Este parámetro puede tomar valores de 0 a 4.

Además de la programación dinámica por franja, descrita anteriormente, NR también admite la programación semipersistente en la DL. En este enfoque, la red configura una periodicidad de transmisión de PDSCH a través de RRC y luego controla el inicio y la parada de transmisiones a través de DCI en PDCCH. Una ventaja de esta técnica es la reducción de la sobrecarga de señalización de control en PDCCH.

25

NR también admite una función similar en UL, conocida como concesiones configuradas (CG). En general, el CG tipo 2 es similar a la programación semipersistente de DL en el enlace descendente (por ejemplo, RRC más DCI) mientras que el CG tipo 1 está controlado solo por RRC, incluido el inicio y la parada de las transmisiones.

La Figura 7 ilustra una vista de alto nivel de la arquitectura de red 5G, que consta de un RAN de próxima generación (NG-RAN) 799 y un núcleo 5G (5GC) 798. NG-RAN 799 puede incluir un conjunto de gNodeB (gNB) conectados al 5GC a través de una o más interfaces NG, como gNBs 700, 750 conectadas a través de las interfaces 702, 752, respectivamente. Además, los gNB se pueden conectar entre sí a través de una o más interfaces Xn, como la interfaz Xn 740 entre los gNB 700 y 750. Con respecto a la interfaz NR para los UE, cada uno de los gNB puede admitir duplexación por división de frecuencia (FDD), duplexación por división de tiempo (TDD), o una combinación de los mismos.

Los nodos lógicos NG RAN mostrados en la Figura 7 (y descritos en TS 78.401 y TR 78.801) incluyen una unidad central (o centralizada) (CU o gNB-CU) y una o más unidades distribuidas (o descentralizadas) (DU o gNB-DU). Por ejemplo, gNB 700 en la Figura 7 incluye gNB-CU 710 y gNB-DU 720 y 730. Las CU (por ejemplo, GNB-CU 710) son nodos lógicos que albergan protocolos de capa superior y realizan varias funciones de gNB, como controlar el funcionamiento de las DU. Cada DU es un nodo lógico que alberga protocolos de capa inferior y puede incluir, según la división funcional, varios subconjuntos de funciones gNB. Como tal, cada uno de los Las CU y las DU pueden incluir varios circuitos necesarios para realizar sus funciones respectivas, incluidos los circuitos de procesamiento, los circuitos del transceptor (por ejemplo, para la comunicación) y los circuitos de la fuente de alimentación. Además, los términos “unidad central” y “unidad centralizada” se utilizan indistintamente en este documento, al igual que los términos “unidad distribuida” y “unidad descentralizada”.

Un gNB-CU se conecta a gNB-DU a través de las respectivas interfaces lógicas F1, como las interfaces 722 y 732 que se muestran en la Figura 3. El gNB-CU y los gNB-DU conectados solo son visibles para otros gNB y el 5GC como un gNB, por ejemplo, la interfaz F1 no es visible más allá de gNB-CU. Como se mencionó brevemente anteriormente, una CU puede albergar protocolos de capa superior como, por ejemplo, el protocolo de parte de aplicación F1 (F1-AP), el Protocolo de Transmisión de Control de Flujo (SCTP), el Protocolo

de Túnel GPRS (GTP), el Protocolo de Convergencia de Datos en Paquetes (PDCP), Protocolo de Datagramas de Usuario (UDP), Protocolo de Internet (IP) y Protocolo de Control de Recursos de Radio (RRC). Por el contrario, una DU puede alojar protocolos de capa inferior como, por ejemplo, protocolos de Control de Enlace de Radio (RLC), Control de Acceso al
5 Medio (MAC) y de capa física (PHY).

Sin embargo, pueden existir otras variantes de distribuciones de protocolo entre CU y DU, como alojar el RRC, el PDCP y parte del protocolo RLC en la CU (por ejemplo, la función de Solicitud de retransmisión automática (ARQ)), mientras se alojan las partes restantes del
10 protocolo RLC en el DU, junto con MAC y PHY. En algunas modalidades, la CU puede albergar RRC y PDCP, donde se supone que PDCP maneja tanto el tráfico UP como el tráfico CP. No obstante, otras modalidades de ejemplo pueden utilizar otras divisiones de protocolos al albergar ciertos protocolos en la CU y algunos otros en la DU. Las modalidades de ejemplo también pueden ubicar protocolos del plano de control centralizado (por ejemplo, PDCP-C y
15 RRC) en una CU diferente con respecto a los protocolos del plano de usuario centralizado (por ejemplo, PDCP-U).

Se pueden transmitir varias señales desde la misma antena de la estación base (por ejemplo, gNB) desde diferentes puertos de antena. Estas señales pueden tener las mismas
20 propiedades a gran escala, por ejemplo, en términos de desplazamiento/dispersión Doppler, dispersión de retardo promedio o retardo promedio. A continuación, se dice que estos puertos de antena están “cuasi coubicados” o “QCL”. La red puede enviar una señal al UE de que dos puertos de antena son QCL. Una vez que el UE sabe que dos puertos de antena son QCL con respecto a un determinado parámetro (por ejemplo, dispersión Doppler), el UE puede estimar
25 ese parámetro basándose en uno de los puertos de antena y usar esa estimación al recibir el otro puerto de antena. Normalmente, el primer puerto de antena está representado por una señal de referencia de medición como CSI-RS (denominado “RS fuente”) y el segundo puerto de antena es una señal de referencia de demodulación (DMRS) (denominado “RS objetivo”).

Por ejemplo, si los puertos de antena A y B son QCL con respecto al retardo promedio, el UE puede estimar el retardo promedio de la señal recibida desde el puerto de antena A (fuente RS) y asumir que la señal recibida desde el puerto de antena B (objetivo RS) tiene el mismo retardo promedio. Esto puede ser útil para la demodulación ya que el UE puede conocer de
5 antemano las propiedades del canal cuando intenta medir el canal utilizando el DMRS.

La información sobre qué suposiciones se pueden hacer con respecto a QCL se envía al UE desde la red. En NR, se definen los siguientes cuatro tipos de relaciones QCL entre un RS fuente transmitido y un RS objetivo transmitido:

10

- Tipo A: {desplazamiento Doppler, dispersión Doppler, retardo medio, dispersión del retardo};
- Tipo B: {desplazamiento Doppler, dispersión Doppler};
- Tipo C: {retardo medio, desplazamiento Doppler}; y
- 15 • Tipo D: {parámetro Spatial Rx}.

15

QCL tipo D se introdujo para facilitar la gestión de haces con formación de haces analógica y se conoce como “QCL espacial”. Actualmente no existe una definición estricta de QCL espacial, pero se entiende que, si dos puertos de antena transmitida son espacialmente QCL, el
20 UE puede usar el mismo haz Rx para recibirlos.

20

QCL Tipo D es el más relevante para la gestión de haces, pero también es necesario transmitir una relación QCL RS Tipo A a los UE para que puedan estimar todos los parámetros relevantes a gran escala. Normalmente, esto se puede hacer configurando un UE con una señal
25 de referencia de seguimiento (TRS, por ejemplo, un CSI-RS) para la estimación de la compensación de tiempo/frecuencia. Para poder utilizar cualquier referencia QCL, el UE tendría que recibirla con una relación señal-interferencia-más ruido (SINR) suficientemente buena. En muchos casos, esto obliga a que el TRS de un UE particular se transmita en una configuración de haz y/o haz particular.

25

Para introducir la dinámica en la selección del haz y TRP, el UE se puede configurar a través de la señalización RRC con estados del Indicador de Configuración de Transmisión N (TCI), donde N es hasta 128 en el rango de frecuencia 2 (FR2) y hasta ocho en FR1, dependiendo de la capacidad UE. Cada estado de TCI configurado contiene parámetros para las asociaciones QCL entre el RS fuente (por ejemplo, CSI-RS o SS/PBCH) y el RS objetivo (por ejemplo, puertos PDSCH/PDCCH DMRS). Los estados de TCI también se pueden utilizar para transmitir información QCL para la recepción de CSI-RS. Cada uno de los N estados en la lista de estados de TCI puede interpretarse como una lista de N posibles haces transmitidos desde la red, o una lista de N posibles TRP usados por la red para comunicarse con el UE.

Más específicamente, cada estado de TCI puede contener información de QCL que incluye uno o dos DL RS fuente, con cada RS fuente asociado con un tipo de QCL. Por ejemplo, dos CSI-RS diferentes {CSI-RS1, CSI-RS2} se pueden configurar en el estado TCI como {qcl-Type1, qcl-Type2} = {Tipo A, Tipo D}. El UE puede interpretar que este estado de TCI significa que el UE puede derivar la compensación Doppler, la dispersión Doppler, el retardo medio, la dispersión del retardo de CSI-RS1 y el parámetro Spatial Rx (por ejemplo, haz RX para usar) de CSI-RS2. En caso de que QCL Tipo D no sea aplicable (por ejemplo, operación de banda baja o media), entonces un estado TCI contiene solo una fuente RS única.

20

Además, se puede configurar una primera lista de estados de TCI disponibles para PDSCH, y se puede configurar una segunda lista para PDCCH. Esta segunda lista puede contener punteros, conocidos como ID de estado de TCI, a un subconjunto de los estados de TCI configurados para PDSCH. Para el UE que opera en FR1, la red activa entonces un estado TCI para PDCCH (es decir, proporcionando un TCI al UE) y hasta ocho estados TCI para PDSCH, dependiendo de la capacidad del UE.

25

Como ejemplo, un UE está configurado con cuatro estados TCI activos de una lista de 64 estados TCI configurados en total. Por lo tanto, los otros 60 estados de TCI configurados

están inactivos y el UE no necesita estar preparado para estimar parámetros a gran escala para estos. Por otro lado, el UE rastrea y actualiza continuamente los parámetros a gran escala para los cuatro estados TCI activos realizando mediciones y análisis de los RS fuente indicados para cada uno de esos cuatro estados TCI. Cada DCI utilizado para la programación de PDSCH

5 incluye un puntero a un TCI activo para el UE programado. Basándose en este puntero, el UE sabe qué estimación de parámetros a gran escala utilizar cuando se realiza la estimación del canal PDSCH DMRS y la demodulación PDSCH.

Las señales de referencia de demodulación (DM-RS) facilitan la demodulación

10 coherente del UE de los canales de datos de la capa física (por ejemplo, PDSCH) y PDCCH. Cada DM-RS está asociado con uno de estos canales de capa física y, como tal, está confinado a bloques de recursos que transportan el canal de capa física asociado. Cada DM-RS está mapeado en RE asignados de la cuadrícula de tiempo-frecuencia de modo que el receptor pueda manejar eficientemente canales de radio con desvanecimiento selectivo en tiempo/frecuencia.

15

El mapeo de DM-RS a RE se puede configurar tanto en el dominio de frecuencia como en el de tiempo, con dos tipos de mapeo en el dominio de frecuencia (tipo de configuración 1 o tipo 2) y dos tipos de mapeo en el dominio de tiempo (tipo de mapeo A o tipo B) que definen la posición del símbolo del primer DM-RS dentro de un intervalo de transmisión. El mapeo

20 DM-RS en el dominio del tiempo también puede basarse en un solo símbolo o en dos símbolos (es decir, pares de símbolos adyacentes). Además, un UE puede configurarse con uno, dos, tres o cuatro DM-RS de un solo símbolo y uno o dos DM-RS de doble símbolo. En escenarios con Doppler bajo, puede ser suficiente configurar DM-RS de carga frontal solamente (es decir, un DM-RS de símbolo simple o doble), mientras que se requerirá DM-RS adicional en escenarios

25 con Doppler alto.

La Figura 8, que incluye las Figuras 8A-8D, muestra cuatro mapeos ejemplares de DM-RS de carga frontal con mapeo en el dominio del tiempo de tipo A, en los que el primer DM-RS está en el tercer símbolo de la franja de 14 símbolos. Más específicamente, las Figuras 8A-

8B muestran mapeos para el tipo de configuración 1 para DM-RS de símbolo único y símbolo doble, respectivamente. Asimismo, las Figuras 8C-8D muestran mapeos para el tipo de configuración 2 para DM-RS de símbolo único y símbolo doble, respectivamente. Como se ilustra en la Figura 8, el mapeo de tipo 1 y tipo 2 difieren con respecto tanto a la estructura del mapeo como al número de grupos CDM DM-RS compatibles. Como lo ilustran los diferentes matices de los DM-RS RE, el tipo 1 admite dos grupos CDM (por ejemplo, $\lambda = 0,1$) y el tipo 2 admite tres grupos CDM (por ejemplo, $\lambda = 0,1,2$).

La estructura de mapeo del tipo 1 a veces se denomina estructura de 2 peines con dos grupos CDM definidos, en el dominio de la frecuencia, por el conjunto de subportadoras $\{0,2,4,\dots\}$ y $\{1,3,5,\dots\}$. Dado que facilita las transmisiones con una relación de potencia de pico a promedio (PAPR) baja, la estructura de mapeo de peine se usa junto con DFT-S-OFDM en NR UL. Por el contrario, tanto el mapeo de tipo 1 como el de tipo 2 son compatibles con el funcionamiento de CP-OFDM (por ejemplo, en UL y DL).

Un puerto de antena DM-RS se mapea a los RE dentro de un solo grupo CDM. Para DM-RS de símbolo único, se pueden mapear dos puertos de antena a cada grupo CDM, mientras que para DM-RS de doble símbolo, se pueden mapear cuatro puertos de antena a cada grupo CDM. Por lo tanto, el número máximo de puertos DM-RS puede ser cuatro u ocho para el tipo 1, y seis o doce para el tipo 2. Un código de cubierta ortogonal de longitud dos (OCC) ($[+1, +1]$, $[+1, -1]$) se utiliza para separar los puertos de antena mapeados en los mismos RE dentro de un grupo CDM. El OCC se aplica en el dominio de la frecuencia, así como en el dominio del tiempo cuando se configura DM-RS de doble símbolo.

En NR Ver-15, el mapeo de una secuencia PDSCH DM-RS $r(m)$, $m = 0,1, \dots$ en el puerto de antena p_j y el subportador k en el símbolo l OFDM para el índice de numerología μ se especifica en 3GPP TS 38.211 de acuerdo con:

$$a_{\kappa, l}^{(p_j, \mu)} = \beta_{\text{DMRS}}^{\text{PDSCH}} r_{\lambda}^{(p_j)}(2n + k')$$

$$k = \begin{cases} 4n + 2k' + \Delta & \text{Configuración tipo 1} \\ 6n + k' + \Delta & \text{Configuración tipo 2} \end{cases}$$

$$k' = 0, 1$$

$$l = \bar{l} + l'$$

$$n = 0, 1, \dots$$

en donde:

$$r_{\lambda}^{(p_j)}(2n + k') = w_f(k')w_t(l')r(2n + k')$$

5

representa la señal de referencia mapeada en el puerto p_j en el grupo CDM “□” después de aplicar OCC en el dominio de frecuencia, $w_f(k')$, y en el dominio de tiempo, $w_t(l')$. Las tablas 2-3 a continuación muestran los parámetros de mapeo del PDSCH DM-RS para el tipo de configuración 1 y tipo 2, respectivamente.

10

Tabla 2.

p	Grupo λ CDM	Δ	$w_f(k')$		$w_t(l')$	
			$k' = 0$	$k' = 1$	$l' = 0$	$l' = 1$
1000	0	0	+1	+1	+1	+1
1001	0	0	+1	-1	+1	+1
1002	1	1	+1	+1	+1	+1
1003	1	1	+1	-1	+1	+1
1004	0	0	+1	+1	+1	-1
1005	0	0	+1	-1	+1	-1
1006	1	1	+1	+1	+1	-1
1007	1	1	+1	-1	+1	-1

5

Tabla 3.

p	Grupo λ CDM	Δ	$w_f(k')$		$w_t(l')$	
			$k' = 0$	$k' = 1$	$l' = 0$	$l' = 1$

1000	0	0	+1	+1	+1	+1
1001	0	0	+1	-1	+1	+1
1002	1	2	+1	+1	+1	+1
1003	1	2	+1	-1	+1	+1
1004	2	4	+1	+1	+1	+1
1005	2	4	+1	-1	+1	+1
1006	0	0	+1	+1	+1	-1
1007	0	0	+1	-1	+1	-1
1008	1	2	+1	+1	+1	-1
1009	1	2	+1	-1	+1	-1
1010	2	4	+1	+1	+1	-1
1011	2	4	+1	-1	+1	-1

DCI también incluye un campo de bits que indica qué puertos de antena (es decir, el número de capas de datos) están programados. Por ejemplo, si se indica el puerto 1000, entonces el PDSCH es una transmisión de una sola capa y el UE utilizará el DMRS definido por el puerto 1000 para demodular el PDSCH. El valor DCI también indica el número de grupos CDM sin datos, lo que significa que, si se indica 1, el otro grupo CDM contiene datos para el UE (caso PDSCH), y si se indica 2, ambos grupos CDM pueden contener puertos DMRS y no los datos se mapean al símbolo OFDM que contiene el DMRS. La Tabla 4 a continuación muestra los valores del campo de bits y las configuraciones correspondientes para DM-RS Tipo 1 con un solo DM-RS de carga frontal (longitud máxima = 1).

Tabla 4		
Palabra de código 0 habilitada, Palabra de código 1 deshabilitada		
Valor DCI	No. de grupo DMRS CDM sin datos	Puertos DMRS
0	1	0
1	1	1
2	1	0.1
3	2	0
4	2	1
5	2	2
6	2	3
7	2	0.1
8	2	2.3
9	2	0-2
10	2	0-3
11	2	0,2
12-15	Reservado	Reservado

Tablas de indicación de puertos de antena

Para DMRS Tipo 1, los puertos 1000, 1001, 1004 y 1005 están en el grupo CDM $\lambda = 0$ y los puertos 1002, 1003, 1006 y 1007 están en el grupo CDM $\lambda = 1$ (también se ilustra en la Tabla 2). En contraste, la Tabla 5 muestra una configuración ejemplar correspondiente para DMRS Tipo 2. Para DMRS Tipo 2, los puertos 1000, 1001, 1006 y 1007 están en el grupo CDM $\lambda = 0$; los puertos 1002, 1003, 1008 y 1009 están en el grupo CDM $\lambda = 1$; y los puertos 1004, 1005, 1010 y 1011 están en el grupo CDM $\lambda = 2$ (también ilustrado en la Tabla 3).

Tabla 5					
Palabra de código 0 habilitada, Palabra de código 1 deshabilitada			Palabra de código 0 habilitada, Palabra de código 1 habilitada		
Valor	No. de grupos DMRS CDM sin datos	Palabra de código 0 habilitada	Valor	No. de grupos DMRS CDM sin datos	Palabra de código 0 habilitada
0	1	0	0	3	0-4
1	1	1	1	3	0-5
2	1	0,1	2-31	reservado	reservado
3	2	0			
4	2	1			
5	2	2			
6	2	3			
7	2	0,1			
8	2	2,3			
9	2	0-2			
10	2	0-3			
11	3	0			
12	3	1			
13	3	2			
14	3	3			
15	3	4			
16	3	5			
17	3	0,1			
18	3	2,3			
19	3	4,5			
20	3	0-2			
21	3	3-5			

Tabla 5					
Palabra de código 0 habilitada, Palabra de código 1 deshabilitada			Palabra de código 0 habilitada, Palabra de código 1 habilitada		
22	3	0-3			
23	2	0,2			
24-31	Reservado	Reservado			

Relación de QCL con grupos DMRS CDM

5

Actualmente, las especificaciones 3GPP NR incluyen la restricción de que el UE puede asumir que los PDSCH DM-RS dentro del mismo grupo CDM están cuasi coubicados con respecto al desplazamiento Doppler, la dispersión Doppler, el retardo medio, la dispersión del retardo y la Rx espacial. En los casos en los que un primer UE no está programado en todos los puertos DMRS dentro de un grupo CDM, otro UE puede programarse simultáneamente para los puertos restantes de ese grupo CDM. El primer UE puede entonces estimar el canal para ese otro UE, que es visto por el primer UE como una señal de interferencia. Eso facilita la supresión de interferencias coherente por parte del primer UE.

10

15 Extensión multi-TRP/multi-panel/multihaz

Como se mencionó anteriormente, la transmisión de múltiples fuentes de PDSCH a UE se ha considerado para 3GPP NR Ver-16. Esto se puede utilizar, por ejemplo, para mejorar el rendimiento de URLLC mediante la transmisión de múltiples copias de un bloque de transporte PDSCH (TB) a un UE desde diferentes TRP, también denominado “diversidad multi-TRP”. Para admitir esta función, se ha discutido extender el estado TCI del par Ver-15 de RS de dos fuentes con QCL tipo 1 y tipo 2 (por ejemplo, estado TCI = {qcl-Type1, qcl-Type2}), a un

20

estado TCI extendido con dos pares A y B o incluso tres pares A, B y C. Estas opciones se pueden expresar como:

$$\text{Estado TCI} = \{\{\text{qcl-Type1, qcl-Type2}\} \text{ A}, \{\text{qcl-Type1, qcl-Type2}\} \text{ B}\} \text{ y}$$

5

Estado TCI = $\{\{\text{qcl-Type1, qcl-Type2}\} \text{ A}, \{\text{qcl-Type1, qcl-Type2}\} \text{ B}, \{\text{qcl-Type1, qcl-Type2}\} \text{ C}\}$.

10 En lo anterior, A, B y C pueden representar tres TRP diferentes, tres paneles de antenas diferentes en un gNB o tres haces diferentes en el caso de la operación FR2 (también denominada “onda milimétrica” o mmW para abreviar).

Como se mencionó brevemente anteriormente, URLLC está destinado a proporcionar un servicio de datos con requisitos extremadamente estrictos en cuanto a confiabilidad y latencia, por ejemplo, probabilidades de error de datos tan bajas como 10^{-5} o menos y 1 ms de latencia de extremo a extremo o menos. Una técnica para abordar tales requisitos de confiabilidad es la transmisión de diversidad de múltiples copias de un bloque de transporte a un UE desde diferentes TRP. 3GPP Ver-16 admite la programación de múltiples PDCCH, por lo que se utilizan múltiples transmisiones de PDCCH para programar múltiples PDSCH que llevan el bloque de transporte, cada una desde un TRP diferente. Sin embargo, esta diversidad aumenta la complejidad del UE porque el UE debe decodificar correctamente el PDCCH múltiple (por ejemplo, DCI) para recibir el PDSCH múltiple y, por lo tanto, beneficiarse de la transmisión de diversidad de TRP múltiple. Esto impone requisitos aún mayores en la confiabilidad del PDCCH (por ejemplo, tasas de error reducidas), lo que ya es problemático en algunos escenarios. La detección de múltiples PDCCH también aumenta la complejidad del UE y consume múltiples recursos de PDCCH, reduciendo así la posibilidad de programar otros UE en la misma franja (por ejemplo, mayor probabilidad de bloqueo de PDCCH). Como tal, existen varios problemas, problemas y/o dificultades asociadas con la transmisión de diversidad que

15

20

25

deben abordarse para cumplir con los estrictos requisitos de confiabilidad asociados con URLLC y otros servicios.

Las modalidades de ejemplo de la presente divulgación pueden abordar estos y otros
5 inconvenientes, problemas y/o dificultades configurando un UE mediante un solo DCI y/o
PDCCH para recibir múltiples PDSCH en el mismo conjunto de símbolos OFDM de una franja,
donde cada uno de los PDSCH múltiple es una versión (por ejemplo, repetición) de la misma
carga útil de datos. Además, las modalidades de ejemplo pueden configurar estados de TCI para
10 cada PDSCH con el fin de soportar la transmisión de múltiples fuentes (por ejemplo, múltiples
TRP). De esta manera, la diversidad de PDSCH mediante transmisión multi-TRP se puede
lograr incluso con un solo PDCCH, lo que puede aumentar la confiabilidad, reducir la latencia,
reducir la probabilidad de bloqueo de PDCCH y/o reducir la complejidad del UE.

En la siguiente descripción, “repetición” de un PDSCH o PUSCH se refiere en general
15 a múltiples copias de un bloque de datos (por ejemplo, un bloque de transporte, TB) que se
transmiten en diferentes recursos de frecuencia y/o diferentes recursos espaciales (por ejemplo,
capas MIMO), ya sea dentro de un solo símbolo OFDM durante una franja o en múltiples
símbolos OFDM durante uno o más franjas. Sin embargo, las modalidades de ejemplo de la
presente divulgación se distinguen de las soluciones convencionales al menos porque facilitan
20 la transmisión de múltiples PDSCH en un solo símbolo OFDM, utilizando recursos de
frecuencia no superpuestos (por ejemplo, RE o RB) y/o recursos espaciales no superpuestos
(por ejemplo, capas).

Dicho de otra manera, ciertas modalidades facilitan una repetición más generalizada de
25 un PDSCH o un PUSCH, donde se transmiten múltiples copias del paquete en diferentes
recursos de frecuencia y/o diferentes recursos espaciales (es decir, capas MIMO) y un solo
instante de transmisión en el tiempo, pero posiblemente también mediante la configuración de
una transmisión en diferentes ocasiones de tiempo (diferentes símbolos OFDM en una o más
franjas). Una característica distintiva de la versión 15 de NR es que se transmiten múltiples

PDSCH en el mismo símbolo OFDM (no superpuesto (FDM) o superpuesto (repetición espacial)).

Además, las modalidades de ejemplo de la presente divulgación se distinguen de las soluciones convencionales (por ejemplo, NR Ver-15) al menos porque cada una de las múltiples repeticiones (por ejemplo, de PDSCH) está asociada con una fuente RS (o par de RS cuando se aplica QCL Tipo D), que potencialmente pueden ser diferentes para cada PDSCH. Esto puede facilitar la transmisión de diferentes repeticiones del bloque de datos de diferentes fuentes (por ejemplo, TRP). Por conveniencia práctica, la siguiente descripción se referirá a esto como la asignación de un estado TCI a cada PDSCH de la repetición.

Dicho de otra manera, ciertas modalidades facilitan la repetición de un PDSCH o un PUSCH, donde se transmiten múltiples copias del paquete en diferentes recursos de frecuencia y/o diferentes recursos espaciales (o par de RS (s) en caso de que QCL Tipo D sea aplicable), que entonces puede ser potencialmente diferente para cada PDSCH. Esto permite la repetición del paquete transmitiendo desde diferentes TRP. En la práctica, esto puede describirse como asignar a cada PDSCH un estado TCI. Esta es otra característica distintiva ejemplar en comparación con las soluciones convencionales (por ejemplo, NR Ver-15).

20 Asignación de estados de TCI por repetición de PDSCH

Varias modalidades de ejemplo pueden asignar un estado TCI a cada PDSCH de diversas formas. En algunas modalidades, el estado de TCI para cada PDSCH puede configurarse mediante un elemento de control (CE) de RRC o MAC, por ejemplo, dejando que un CE de MAC indique un conjunto de múltiples estados de TCI activos. Por ejemplo, un MAC CE puede indicar un conjunto de dos, cuatro u ocho estados TCI activos, y cada una de las repeticiones del PDSCH puede usar los estados activos que comprenden el conjunto en un orden predefinido (por ejemplo, orden cíclico) que no es superposición con las órdenes predefinidas asociadas con las otras repeticiones de PDSCH. Como ejemplo más específico, los 2, 4 u 8

estados de TCI activos que son seleccionados por MAC CE en NR Ver-15 también pueden usarse para la repetición de PDSCH de manera cíclica. Por ejemplo, cada PDSCH usa uno de los estados TCI activados en un orden predefinido.

5

Alternativamente, para dar al programador de red más flexibilidad en la selección de múltiples fuentes (por ejemplo, TRP) para usar en las repeticiones de PDSCH, el estado de TCI activo seleccionado puede indicarse en la DCI de programación para las repeticiones de PDSCH. En otras palabras, el DCI puede seleccionar entre los estados de TCI activados al programar el PDSCH con repetición. La Tabla 6 a continuación muestra una disposición ejemplar donde el conjunto de estados activos para repeticiones PDSCH (por ejemplo, estados TCI 0-3) se puede configurar por RRC o MAC CE, pero la asignación de estados TCI activos individuales a repeticiones PDSCH individuales es proporcionada por DCI en PDCCH. En este ejemplo, un campo DCI de dos bits selecciona una fila de la tabla que tiene una asignación específica de los cuatro estados TCI activos a cuatro repeticiones PDSCH transmitidas por cuatro fuentes diferentes (por ejemplo, TRP o haces). En otras palabras, el contenido de la Tabla 6 (*en cursiva*) puede ser configurado por RRC y/o MAC CE, luego un campo DCI de dos bits (como se usa en este ejemplo) selecciona una fila en la tabla.

20

En las modalidades ilustradas por la Tabla 6, a continuación, el programador también puede seleccionar dinámicamente qué TRP están involucrados en la repetición por valor de DCI. Esto podría ser beneficioso, por ejemplo, si ciertos TRP están ocupados con transmisiones a otros UE. Por ejemplo, DCI = 00 implica cuatro TRP, a cada uno de los cuales se le asigna un estado TCI activo diferente. Por el contrario, el programa puede restringir la repetición del PDSCH seleccionando la segunda fila (por ejemplo, con DCI = 01) o la tercera fila (por ejemplo, con DCI = 10), cada una de las cuales implica solo dos TRP, y a cada TRP se le asignan dos Estados activos de TCI. También es posible configurar una fila donde solo se usa un único TRP, como la cuarta fila que indica que solo se usa el estado 0 de TCI para todas las

25

repeticiones. Esta fila se puede seleccionar con $DCI = 11$. También es posible que el número de repeticiones sea mayor que el número de columnas en la tabla configurada (es decir, > 4 en este ejemplo). Tales modalidades pueden emplear una operación de módulo o envoltura en las repeticiones (por ejemplo, la repetición 4 usa el mismo TRP que la repetición 0, *etc.*).

Tabla 6. Ejemplo de asignación del valor del estado de TCI a los estados de TCI que se utilizarán para cada repetición de PDSCH, donde los valores en cursiva (estados de TCI) en la tabla están configurados por RRC.

Valor de bit indicador de estado TCI en DCI	PDSCH repetición 0	PDSCH repetición 1	PDSCH repetición 2	PDSCH repetición 3
00	<i>Estado TCI #0</i>	<i>Estado TCI #1</i>	<i>Estado TCI #2</i>	<i>Estado TCI #3</i>
01	<i>Estado TCI #0</i>	<i>Estado TCI #1</i>	<i>Estado TCI #0</i>	<i>Estado TCI #1</i>
10	<i>Estado TCI #0</i>	<i>Estado TCI #2</i>	<i>Estado TCI #0</i>	<i>Estado TCI #2</i>
11	<i>Estado TCI #0</i>	<i>Estado TCI #0</i>	<i>Estado TCI #0</i>	<i>Estado TCI #0</i>

En algunas modalidades, el número de repeticiones en el dominio del tiempo se puede codificar y transmitir mediante el campo TCI en DCI, en lugar de configurarse semiestáticamente mediante el parámetro RRC *pdsch-AggregationFactor*. Por ejemplo, cada estado TCI candidato configurado por RRC puede asociarse con varias repeticiones en el dominio del tiempo. En otras modalidades, un parámetro de configuración de RRC separado mapea cada punto de código del campo TCI en DCI a un número de repeticiones y puede configurar adicionalmente el orden de mapeo de estados TCI activados a repeticiones PDSCH, similar a la disposición mostrada en **¡Error! Fuente de referencia no encontrada**. En otras modalidades, un mensaje de activación de estado de TCI de MAC CE comprende una indicación del número de repeticiones asociadas con un punto de código del campo TCI en DCI, además de que los candidatos de estado de TCI se mapean con qué punto de código del Campo TCI.

En Ver-15 NR, el número de bits en el campo TCI de DCI es 0 o 3, dependiendo de si el parámetro de capa superior *tci-PresentInDCI* está habilitado. Por tanto, se pueden indicar un total de ocho valores de puntos de código TCI con este campo de tres bits. De acuerdo con

3GPP TS 38.321, cuando se activan dos estados de TCI, estos campos de TCI activados se asignan a los dos primeros valores de puntos de código de TCI (es decir, “000” y “001”) del campo de TCI en DCI. En tal caso, los seis valores de puntos de código TCI restantes (es decir, “010”, “011”, “100”, “101”, “110” y “111”) no tienen ningún estado TCI activado asignado.

- 5 De manera más general, en NR Ver-15, si $N < 8$ estados TCI son activados por un MAC CE, entonces los valores de punto de código 8-N no tendrán ningún estado TCI activo asignado a ellos.

- 10 De acuerdo con lo anterior, en algunas modalidades de ejemplo, cuando se activan N estados TCI de un máximo de M estados TCI (por ejemplo, $M = 8$) y $N < M$, los valores de puntos de código no utilizados $M-N$ pueden usarse para la repetición multi-TRP de PDSCH. Por ejemplo, cada PDSCH transmitido desde un TRP diferente usa uno de los estados TCI activados en un orden predefinido. Los primeros N puntos de código se utilizan para la transmisión TRP simple con un solo estado TCI como en NR Ver-15. Como tal, esta modalidad
15 facilita la conmutación dinámica entre la transmisión de TRP único y la transmisión de TRP múltiple con diversidad de PDSCH.

- 20 Como se mencionó brevemente anteriormente, las repeticiones de PDSCH se pueden mapear en diferentes recursos de frecuencia (por ejemplo, dentro de un símbolo) o en capas en el mismo recurso de frecuencia (por ejemplo, repetición espacial en los mismos RE). En algunas modalidades, se pueden configurar repeticiones de PDSCH en el dominio del tiempo, lo que puede facilitar un número aún mayor de repeticiones. En este caso, el esquema de módulo o envoltura discutido anteriormente se puede usar para que los TRP se seleccionen cíclicamente para cada PDSCH transmitido. Por ejemplo, si se configura una repetición de dos en los
25 dominios de frecuencia y tiempo, entonces las repeticiones 0 y 1 están en el mismo, el primer conjunto de símbolos OFDM y las repeticiones 2 y 3 están en un segundo conjunto de símbolos OFDM que ocurren más tarde, como en la siguiente franja DL disponible.

En algunas modalidades, el DCI también puede contener información sobre si debería aplicarse la repetición de PDSCH (por ejemplo, de acuerdo con los recursos configurados por RRC por repetición). En la región PDCCH de una franja, puede haber muchos lugares donde se encuentra un PDCCH específico, que difieren en función de si el PDCCH es específico de UE o común, así como el nivel de agregación (AL) utilizado. Cada PDCCH lleva un DCI y está identificado por un Identificador Temporal de Red de Radio (RNTI), que está codificado implícitamente en el enlace CRC del DCI. En algunas modalidades, el PDCCH RNTI puede usarse para distinguir si debe aplicarse la repetición de PDSCH. Por ejemplo, la repetición no es aplicable si el PDCCH está asociado con un RNTI de celda (C-RNTI) pero es aplicable de acuerdo con la configuración de capa superior anterior si el PDCCH está asociado con un RNTI de Celda del Esquema de Codificación de Modulación (MCS-C-RNTI).

Para aumentar la confiabilidad de un paquete de datos, la carga útil de datos se puede codificar con diferentes versiones de redundancia (RV). Esto se usa comúnmente en LTE y NR en retransmisiones, donde en cada retransmisión se usa un RV diferente (por ejemplo, RV = 0, 1, 2, 3, *etc.*). En NR es posible programar un PDSCH o PUSCH con repetición de tiempo, basándose en los parámetros de RRC *pdsch-AggregationFactor* o *pusch-AggregationFactor*, respectivamente, para la programación dinámica; y *repK* para PUSCH con concesión configurada UL. En este caso, se programa el PDSCH pero se transmite en múltiples franjas adyacentes hasta el número de repeticiones determinado por el parámetro RRC configurado.

En algunas modalidades, cada repetición de PDSCH también puede transportar una versión de redundancia (RV) diferente de los datos que comprenden el bloque de transporte (TB) cuando se mapea a diferentes recursos de frecuencia en el mismo conjunto de símbolos OFDM. El mapeo entre RV y repeticiones PDSCH/TRP puede indicarse, por ejemplo, mediante un campo en DCI. La Tabla 7 a continuación muestra una disposición ejemplar en la que un valor DCI de dos bits indica una de los cuatro mapeos entre RV y repeticiones de PDSCH individuales.

Tabla 7. El ejemplo de mapeo indicó el valor de la versión de redundancia a RV que se utilizará para cada repetición del PDSCH, donde los valores en cursiva (estados TCI) en la tabla están configurados por RRC.

Valor RV en DCI	PDSCH repetición 0	PDSCH repetición 1	PDSCH repetición 2	PDSCH repetición 3
00	<i>RV #0</i>	<i>RV #1</i>	<i>RV #2</i>	<i>RV #3</i>
01	<i>RV #1</i>	<i>RV #0</i>	<i>RV #1</i>	<i>RV #2</i>
10	<i>RV #2</i>	<i>RV #3</i>	<i>RV #0</i>	<i>RV #1</i>
11	<i>RV #3</i>	<i>RV #0</i>	<i>RV #1</i>	<i>RV #2</i>

5

Aunque la discusión anterior se basó en PDSCH programado dinámicamente en el que cada transmisión tiene un DCI de programación asociado, se pueden aplicar técnicas similares al PDSCH programado semi-persistentemente (SPS) en el que cada transmisión no tiene un DCI asociado. Por ejemplo, el UE puede recibir PDSCH en el recurso configurado con RRC después de recibir un DCI con CRC aleatorizado por CS-RNTI, que activa los recursos de SPS. De esta manera, el contenido de la tabla de estado de TCI puede configurarse mediante RRC IE, y una activación posterior DCI puede seleccionar una fila de tabla para aplicar al PDSCH del proceso DL SPS correspondiente.

10

15 Asignación de recursos de frecuencia

Para admitir transmisiones PDSCH multiplexadas por división de frecuencia (FDM), múltiples TRP, se deben asignar y/o definir recursos de frecuencia múltiple, uno por repetición PDSCH. Tal asignación facilita el ciclo del estado de TCI, o más precisamente el ciclo de la fuente RS para la relación QCL entre la fuente RS y cada PDSCH DMRS. En algunas modalidades, se pueden preconfigurar múltiples (por ejemplo, $N > 1$) recursos de tamaño fijo (por ejemplo, número de PRB y/o número de símbolos OFDM por recurso) usando señalización

20

de capa superior a través de RRC y/o MAC CE. Posteriormente, una transmisión de repetición PDSCH de activación de DCI puede iniciar o activar el uso de estos recursos preconfigurados.

En otras modalidades, un DCI puede incluir una programación de un único recurso PDSCH primario más una indicación de repetición de un PDSCH N-1 adicional en los mismos símbolos OFDM que el PDSCH primario. Por ejemplo, la ubicación o ubicación de los recursos para estos PDSCH adicionales se puede indicar en relación con el recurso PDSCH primario, por ejemplo, utilizando una compensación de frecuencia medido en términos de RB, precodificación de grupos RB (PRG) o grupos RB (RBG). La indicación de la compensación relativa a cada PDSCH se puede configurar mediante capas superiores como RRC o MAC CE. En algunas variantes, el valor de compensación relativo puede depender del ancho programado del PDSCH primario en el dominio de la frecuencia, el ancho de banda de la portadora y/o el ancho de banda del BWP que contiene los recursos primarios.

En algunas modalidades, la red (por ejemplo, que sirve gNB) puede configurar múltiples UE con el mismo valor de compensación y programar los múltiples UE utilizando recursos PDSCH primarios que son adyacentes en el dominio de frecuencia. De esta manera, los recursos de repetición de PDSCH en el dominio de la frecuencia para cada UE pueden disponerse en un patrón similar a un peine, de modo que las repeticiones de PDSCH para múltiples UE se pueden programar con peines de PDSCH no superpuestos. Esto puede facilitar un uso preferido y/u óptimo (por ejemplo, completo) de los recursos de frecuencia disponibles al tiempo que proporciona diversidad de frecuencia para cada UE programado.

En otras modalidades, se puede usar la asignación de RB virtual (VRB) y las múltiples repeticiones de PDSCH siempre se pueden asignar en VRB que son posteriores a la asignación de VRB del recurso PDSCH primario. En estas modalidades, la diversidad de frecuencia se puede lograr configurando un mapeo de VRB a PRB que distribuye los PDSCH a través de la frecuencia. Este mapeo de VRB a PRB se puede preconfigurar a través de RRC, indicado en DCI de un conjunto de candidatos configurados de RRC utilizando un campo indicador de DCI

VRB a PRB, o codificado en el estado de TCI. El mapeo de VRB a PRB también puede ser específico de PDCCH y depender de la asignación de recursos real del PDSCH, de modo que cada PDSCH repetido siempre se puede mapear a PRB contiguos.

5 En algunas modalidades, una compensación relativa puede representarse mediante el indicador de estado de TCI proporcionado en el DCI, lo que facilita al programador seleccionar dinámicamente el valor N. Cada estado de TCI puede configurarse con uno o varios valores de compensación de asignación de recursos *offset#n*. La Tabla 8 a continuación muestra una variación ejemplar de la Tabla 6 anterior, en la que los valores del indicador de estado de TCI
10 en DCI también se correlacionan con compensaciones particulares para las respectivas repeticiones de PDSCH. Como en la Tabla 6, DCI = 00 implica la transmisión desde cuatro TRP diferentes, pero también a tres valores de compensación diferentes (que pueden ser configurados por capas superiores) con respecto al PDSCH primario. Por otro lado, si el estado DCI del TCI indica “01” o “10”, entonces sólo se utilizan dos TRP y el segundo PDSCH se
15 transmite en un *offset#1* con respecto al PDSCH primario.

Alternativamente, las capas superiores pueden configurar directamente la asignación de recursos exacta para todas las repeticiones y mapear esto a dicha tabla (Tabla 8) sin la necesidad de una compensación relativa al PDSCH primario.

20

En algunas modalidades, si una compensación de frecuencia de una repetición de PDSCH cae fuera del BWP asignado, la repetición puede descartarse. Alternativamente, se puede aplicar un enfoque de módulo para envolver la repetición del PDSCH a los recursos en el extremo inferior del BWP.

25

Tabla 8. Ejemplo de mapeo del estado de TCI y el valor de compensación de la asignación de recursos a los estados de TCI que se utilizarán para cada repetición de PDSCH, donde los valores en cursiva de la tabla están configurados por RRC.

5

Valores de bit indicadores de estado TCI en DCI	PDSCH repetición 0	PDSCH repetición 1	PDSCH repetición 2	PDSCH repetición 3
00	<i>Estado TCI #0</i>	<i>Estado TCI #1, compensación #1</i>	<i>Estado TCI #2, compensación #2</i>	<i>Estado TCI #3, compensación #3</i>
01	<i>Estado TCI #0</i>	<i>Estado TCI #1, compensación #1</i>		
10	<i>Estado TCI #0</i>	<i>Estado TCI #2, compensación #1</i>		
11	<i>Estado TCI #0</i>	<i>Estado TCI #0, compensación #1</i>	<i>Estado TCI #0, compensación #2</i>	<i>Estado TCI #0, compensación #3</i>

Transmisión semipersistente de PDSCH

Las modalidades descritas anteriormente que utilizan compensaciones de frecuencia relativa también se pueden aplicar a SPS PDSCH (por ejemplo, cada transmisión no tiene un DCI asociado) de acuerdo con principios similares. Por ejemplo, el UE puede recibir PDSCH en un recurso DL-SPS configurado con RRC después de que un DCI con CRC aleatorizado por CS-RNTI active los recursos DL-SPS preconfigurados. El contenido de la tabla de compensación y estado de TCI (por ejemplo, Tabla 8) puede configurarse mediante RRC IE, y una activación posterior DCI puede seleccionar una fila de tabla para aplicar al SPS PDSCH.

Soporte para la repetición espacial de PDSCH

Otras modalidades de ejemplo pueden configurar transmisiones PDSCH en recursos que se superponen en el dominio de la frecuencia, pero no se superponen en el dominio espacial. Esto puede ser eficaz en términos de ancho de banda utilizado a expensas de una mayor complejidad del receptor de UE necesaria para soportar la recepción multicapa, incluida la cancelación de interferencia entre capas. Aun así, para bloques de datos grandes, puede que no sea posible multiplexar en frecuencia múltiples repeticiones de PDSCH, en cuyo caso la repetición espacial de PDSCH es la única posibilidad. En algunas modalidades, las repeticiones de PDSCH pueden configurarse tanto en dominios de frecuencia como espaciales, por ejemplo, $N = 4$ repeticiones en dos recursos de frecuencia diferentes, donde cada recurso de frecuencia lleva una repetición espacial de dos PDSCH.

En dichas modalidades en las que al menos dos de las N repeticiones de PDSCH en una franja o en el mismo conjunto de símbolos OFDM programados se asignan a los mismos recursos de frecuencia, la selección de puertos DMRS por PDSCH es diferente de modo que son ortogonales, lo que garantiza un buen rendimiento de estimación de canales. Dicho de otra manera, los puertos DMRS para cada PDSCH se pueden configurar para que sean ortogonales a otras repeticiones de PDSCH que se superponen en el dominio de la frecuencia, lo que facilita un buen rendimiento de estimación de canal. La asignación de DMRS a PDSCH se puede realizar de varias formas, como se describe a continuación.

En algunas modalidades, se puede configurar un conjunto diferente de puertos DMRS para cada estado de TCI. Esto se puede hacer mediante señalización de capa superior, como, por ejemplo, incluir puertos DMRS en la configuración de estado de TCI realizada, por ejemplo, por RRC o MAC CE. Para cumplir con el requisito NR Ver-15 de que todos los puertos de un grupo CDM deben ser mutuamente QCL, se pueden asociar diferentes estados TCI con puertos DMRS de diferentes grupos CDM. Por ejemplo, si se configura DMRS Tipo 1, TCI_state # 0 puede usar los puertos DMRS 1000 y 1001, mientras que TCI_state # 1 puede usar los puertos DMRS 1002 y 1003. Si el rango 1 está programado por PDSCH, entonces el primer puerto de

cada TCI_state utilizado (por ejemplo, puertos 1000 y 1002). Por otro lado, si el rango 2 está programado por PDSCH, entonces se pueden usar ambos puertos del grupo CDM asociado.

En otras modalidades, se puede configurar un conjunto diferente de puertos DMRS para cada repetición de PDSCH. Por ejemplo, suponga que cada repetición se puede identificar con un número de orden (por ejemplo, según la configuración de asignación de recursos de frecuencia). En tal caso, entre las repeticiones de PDSCH en un recurso superpuesto, el PDSCH con el número más bajo se puede configurar para usar puertos DMRS del primer grupo CDM, el siguiente PDSCH con el número más bajo se puede configurar para usar puertos DMRS del segundo grupo CDM, etcétera. En otra variante, si dos PDSCH tienen el mismo estado TCI (por ejemplo, transmitidos desde el mismo TRP), los puertos DMRS se seleccionan del mismo grupo CDM (ya que son QCL), mientras que un PDSCH que tiene un estado TCI diferente puede usar DMRS puerto del siguiente grupo CDM.

Como ejemplo ilustrativo, considere una transmisión de cuatro PDSCH superpuestos, transmitidos por pares desde dos TRP configurados con DMRS tipo 1. Los dos primeros PDSCH pueden usar el mismo estado TCI y, por lo tanto, se les pueden asignar los puertos DMRS 1000 y 1001 (grupo CDM $\lambda = 0$), mientras que el tercer y cuarto PDSCH pueden usar otro estado TCI y, por lo tanto, se les pueden asignar los puertos DMRS 1002 y 1003 (grupo CDM $\lambda = 1$).

También se pueden definir reglas más generales, como que los números de puerto DMRS se incrementan con un grupo CDM, para los PDSCH que tienen el mismo estado TCI y los puertos DMRS del siguiente estado TCI se asignan al siguiente grupo CDM. Dichas reglas pueden facilitar el soporte para dos TRP configurados con DMRS tipo 1 (dos grupos CDM) y tres TRP configurados con DMRS tipo 2 (tres grupos CDM).

Aleatorización de datos

En otras modalidades, cuando múltiples repeticiones de PDSCH se superponen en recursos de frecuencia, se puede configurar una aleatorización diferente para cada PDSCH. Esto puede proporcionar beneficios de rendimiento, como los que se ven en LTE y NR para la transmisión de dos palabras de código (CW) en un PDSCH. Se pueden configurar diferentes aleatorizaciones definiendo diferentes semillas de inicialización de aleatorización para cada CW. En Ver-15, la semilla de inicialización para generar la aleatorización se define mediante

$$c_init = 2^{15} * n_RNTI + 2^{14} * q + n_ID,$$

donde n_RNTI es el RNTI para el PDSCH programado, q es el índice CW $\{0,1\}$ y n_ID es un valor configurado con RRC específico de UE. Para lograr la aleatorización por PDSCH en el caso superpuesto, la relación anterior se puede modificar de acuerdo con:

$$c_init = 2^{15} * n_RNTI + 2^{14} * q + n_ID + 2^{10} * N,$$

donde $N = 0, 1, 2, \dots$ es el identificador para una repetición de PDSCH particular. En algunas modalidades, N puede incrementarse para cada PDSCH superpuesto en un recurso dado, reutilizándose $N = 0$ nuevamente para el PDSCH con el número más bajo en el siguiente recurso de frecuencia con PDSCH superpuesto. En otras modalidades, N se puede incrementar secuencialmente para todos los PDSCH transmitidos en el mismo conjunto de símbolos OFDM o en la misma franja (por ejemplo, sin reiniciar a cero).

En una variante de estas modalidades, cada copia repetida del PDSCH puede configurarse para asociarse con un valor n_ID que se configura por separado, por ejemplo, mediante RRC como una configuración general aplicable a las repeticiones de PDSCH con cualquier TRP involucrado. Alternativamente, diferentes valores de n_ID pueden asociarse indirectamente con las repeticiones programadas configurándose para asociación con un estado de TCI o una fuente de QCL.

Analogía a la transmisión PUSCH

Aunque la descripción anterior se centra en las repeticiones de PDSCH, los principios descritos también se pueden aplicar a las repeticiones de PUSCH junto con ciertas modificaciones apropiadas. Por ejemplo, no hay estados PUSCH TCI definidos en Ver-15, aunque tal característica podría introducirse en el futuro. Alternativamente, la indicación de recursos SRS (SRI) puede cumplir el mismo papel que el estado TCI para PDSCH. Por ejemplo, el ciclo SRI se puede usar en las transmisiones PUSCH de una manera similar al ciclo del estado TCI discutido anteriormente, con el mismo bloque de datos transportado en cada repetición PUSCH (con un RV diferente, según sea necesario). Además, cada SRI puede indicar un panel de antena UE particular que puede transmitir individualmente, proporcionando así diversidad espacial en las repeticiones PUSCH.

Además, la selección del puerto DMRS y la selección de aleatorización de datos de PUSCH pueden basarse en los mismos principios que se discutieron anteriormente para PDSCH. Aun así, para PUSCH no hay requisitos de que los puertos DMRS dentro del mismo grupo CDM deban pertenecer al mismo SRI (es decir, el mismo panel). Por lo tanto, para PUSCH, los puertos DMRS pueden asignarse linealmente sin considerar (por ejemplo, independientemente de) los grupos CDM.

En modalidades de repetición PUSCH, puede ser beneficioso asignar recursos en el dominio de la frecuencia para las repeticiones PUSCH en un bloque contiguo (por ejemplo, PRB consecutivos) de un símbolo OFDM. En tal caso, la compensación de recursos de frecuencia por repetición puede no necesitar ser señalizada explícitamente como para PDSCH. Más bien, la compensación entre dos repeticiones adyacentes de un PUSCH puede estar implícito en el número de PRB utilizados para una sola repetición del PUSCH.

Para la programación UL semipersistente, en Ver-15 se proporcionan dos tipos de concesiones configuradas por UL (CG). El CG de tipo 2 es muy similar al DL SPS, por lo que el UE puede transmitir PUSCH en el recurso configurado con RRC después de que un DCI con

CRC aleatorizado por CS-RNTI active los recursos de UL CG. Como tales, las modalidades descritas anteriormente para DL SPS se pueden aplicar para su uso con CG de UL de Tipo 2. Por ejemplo, el contenido de una tabla de estado de SRI puede configurarse mediante RRC IE, después de lo cual una DCI de activación selecciona una fila de tabla para aplicarla al SPS
5 PUSCH.

En contraste, para los CG de UL Tipo 1, la transmisión PUSCH solo puede configurarse mediante RRC; no está involucrada ninguna activación DCI. Como tal, toda la configuración de las repeticiones PUSCH debe proporcionarse a través de RRC. Por ejemplo, la configuración
10 de RRC de tipo 1 UL CG proporciona la secuencia de estados de SRI a utilizar (por ejemplo, similar a la fila de estados de TCI que se muestra en la Tabla 6).

Patrones de repetición configurables

15 En otras modalidades, RRC puede configurar múltiples patrones de repetición, indicando cada patrón recursos de tiempo y/o frecuencia, relaciones espaciales (o estado TRP o TCI), RV y/o puertos DMRS para repeticiones PDSCH (o PUSCH) programadas posteriormente por DCI. Para transmisiones K PDSCH (o PUSCH), un patrón de repetición puede incluir estados $K-1$, $\{(t_2, f_2, s_2, v_2, d_2), \dots, (t_K, f_K, s_K, v_K, d_K)\}$, cada estado asociado con
20 una instancia de transmisión PDSCH (o PUSCH). La tupla (t_k, f_k) representa los recursos de tiempo y frecuencia para la k -ésima transmisión, mientras que la tupla (s_k, v_k, d_k) representa el estado de TCI, los puertos RV y DMRS asociados con la k -ésima transmisión, respectivamente. Los puertos DMRS pueden configurarse como un índice en la primera columna de la Tabla 4 o Tabla 5. Los recursos de tiempo y frecuencia, relación espacial (o estado TCI), versión RV y/o
25 puertos DMRS para el primer PDSCH (o PUSCH) la transmisión se puede indicar mediante campos de bits en el DCI utilizado para programar las repeticiones de PDSCH/PUSCH, de una manera similar a la descrita con referencia a las diversas tablas. El patrón de repetición a usar se puede seleccionar dinámicamente de los múltiples patrones de repetición configurados y también se puede indicar al UE usando un campo de bits en el DCI de programación.

En algunas modalidades, (t_k, f_k) puede representar compensaciones de tiempo y frecuencia, respectivamente, en relación con el recurso de tiempo y frecuencia para la primera transmisión PDSCH (o PUSCH) o, más generalmente, para la transmisión $(k-1)$ ésimo PDSCH (o PUSCH). La compensación de recursos de tiempo puede ser en términos de franjas, franjas minis o símbolos OFDM, y la compensación de frecuencia puede ser en términos de RB, grupos de RB de precodificación (PRG) o RBG. La condición $t_k = t_{k-1}$ indica que las transmisiones k ésimo y $(k-1)$ ésimo usaron el mismo recurso de tiempo. De manera similar, si $f_k = f_{k-1}$, las transmisiones k ésimo y $(k-1)$ ésimo usan el mismo recurso de frecuencia. Si tanto $t_k = t_{k-1}$ como $f_k = f_{k-1}$, pero $s_k \neq s_{k-1}$, entonces las transmisiones k ésimo y $(k-1)$ ésimo están en el mismo recurso de tiempo y frecuencia, pero de diferentes recursos espaciales (por ejemplo, PRT o paneles). En algunas modalidades, uno o más de $((t_k, f_k, s_k, v_k, d_k))$ pueden estar predefinidos o relacionados implícitamente y/o vinculados a otros parámetros.

La Figura 9 muestra un escenario operativo ejemplar en el que un UE se comunica con dos gNB que pueden proporcionar transmisión de diversidad PDSCH, de acuerdo con varias modalidades de ejemplo de la presente divulgación. En este ejemplo, los recursos para las repeticiones de PDSCH no se superponen en frecuencia. El UE puede ser configurado por gNB1 (por ejemplo, por activación de MAC CE) para rastrear activamente múltiples estados de TCI. El UE comienza a rastrear estos múltiples estados de TCI realizando mediciones en el RS asociado para cada estado de TCI. Tenga en cuenta que el RS asociado con un estado TCI se transmite desde el mismo gNB que el PDSCH asociado con el mismo estado TCI.

El UE recibe entonces un DCI que programa múltiples PDSCH en una franja, por ejemplo, en el mismo conjunto de símbolos OFDM. A continuación, el UE recibe estos múltiples PDSCH (que normalmente contienen el mismo bloque de datos, opcionalmente con diferentes RV), de acuerdo con un estado de TCI activo diferente asociado con cada repetición de PDSCH. Como tal, las diferentes repeticiones pueden ser transmitidas por diferentes TRP, que se muestran en la Figura 9 como gNB1 y gNB2.

La Figura 10 muestra otro escenario operativo ejemplar en el que un UE se comunica con dos gNB que pueden proporcionar transmisión de diversidad PDSCH, de acuerdo con otras modalidades de ejemplo de la presente divulgación. En este escenario, los recursos para las repeticiones de PDSCH se superponen en frecuencia, pero no se superponen espacialmente, creando una transmisión MIMO multicapa de dos PDSCH. Cada PDSCH puede contener más de una capa. En algunas modalidades, el UE puede señalar el soporte para este modo de repetición de PDSCH de PDSCH en capas antes de que la red configure el UE de esta manera.

Varias modalidades de la presente divulgación, incluidas las descritas anteriormente, se pueden implementar dentro del marco de una o más especificaciones 3GPP TSG RAN (por ejemplo, operación multi-TRP en NR Rel.16). La siguiente descripción ilustra cómo ciertos aspectos y/o mejoras relacionadas con estas modalidades pueden especificarse y/o estandarizarse de una manera ejemplar (por ejemplo, basándose en propuestas y observaciones). Sin embargo, estos y otros aspectos y/o mejoras pueden especificarse y/o estandarizarse de otras formas adecuadas, como en las especificaciones 3GPP y/o en otras especificaciones o estándares.

Categoría 1: Programación multi-TRP basada en Multi-PDCCH

En este modo de funcionamiento, se pueden recibir múltiples PDCCH en una franja y cada PDCCH programa un PDSCH. En general, Ver-15 NR se puede reutilizar en principio, incluida la configuración de estados TCI por CORESET y para PDSCH, aleatorización DMRS. Por tanto, no se prevén muchos cambios de especificación para este modo de funcionamiento.

En la programación de múltiples PDCCH, habrá una coordinación semidinámica basada en la implementación entre los programadores de los diferentes TRP. La complejidad de esta coordinación puede ser simple, mediante la reserva de recursos de semiestática a semidinámica, según los límites de la latencia de retorno. Debido a las diversas condiciones de

implementación, es difícil hacer una suposición para la guía de especificación de RAN1 sobre qué tipo de coordinación del programador se utilizará.

Por lo tanto, es mejor centrarse en lo que espera el UE, qué escenarios de planificación debería estar preparado para manejar el UE y qué combinaciones de planificación puede ignorar el UE en su implementación para limitar la complejidad. Por lo tanto, se sugiere que RAN1 se centre en los requisitos del UE y acuerde qué condiciones de programación no está obligado a soportar el UE.

10 Propuesta: Cada PDCCH para un UE que admite la recepción de múltiples PDCCH programa un PDSCH (al menos para eMBB) y no se espera que el UE Rel.16 se programe con

- PDSCH parcialmente superpuestos en la asignación de recursos en el dominio del tiempo y la frecuencia
- 15 • Más de un PDSCH con DMRS en el mismo grupo CDM para la superposición de asignaciones de recursos PDSCH
- Un número agregado de capas en todos los PDSCH en un recurso de tiempo y frecuencia superpuesto que es mayor que el número máximo de capas configuradas/soportadas por UE
- 20 • Un número agregado de CW en todos los PDSCH en recursos de tiempo y frecuencia superpuestos que es mayor que dos

Esto significa que cuando se produce la superposición de la programación de PDSCH, se admite como máximo un CW por PDSCH y, por lo tanto, solo es necesario admitir los rangos
25 1-4 por PDSCH en este caso de múltiples PDCCH.

Con respecto al monitoreo y la recepción de múltiples PDCCH, debe demostrarse que existe un problema con la capacidad del espacio de búsqueda o el bloqueo, ya que las ganancias de las transmisiones multi-TRP solo son visibles a baja carga y, por lo tanto, las demandas sobre

la capacidad de PDCCH requerida son bajas. La configuración de múltiples CORESET ya es compatible (con estado de TCI individual) en caso de que se desee configurar por TRP PDCCH.

i. Tablas de indicación de puertos de antena

5

Para admitir la transmisión multi-TRP, el puerto DMRS transmitido desde un TRP debe pertenecer al mismo grupo CDM. Por lo tanto, las tablas de puertos de antena deben poder indicar un número flexible de capas dentro de un grupo CDM por TRP.

10 Las tablas Ver-15 para DMRS Tipo 1 admiten la programación de estas capas (L1, L2) en el primer y segundo grupo CDM respectivamente:

- $(L1, L2) = (1,0), (2,0), (0,1), (0,2)$ para un solo símbolo DMRS
- $(L1, L2) = (1,0), (2,0), (3,0), (4,0), (0,1), (0,2), (0,3), (0,4)$ para símbolos DMRS dobles

15

Por lo tanto, no es necesario actualizar la tabla de puertos de antena para la programación de múltiples PDCCH en el caso de DMRS Tipo 1. Un PDCCH puede indicar de 1 a 4 capas de manera flexible a partir de aquellas capas contenidas dentro de cualquier grupo CDM.

20 Tenga en cuenta que cuando los puertos DMRS del segundo grupo CDM se indican mediante un PDCCH mediante el uso de la tabla de indicación de puertos de antena Ver-15 (por ejemplo, una programación de rango 2 con el puerto 2,3), entonces ese PDSCH asociado no se puede asignar al primer Grupo MDL (ya que ambos grupos MDL se indican “sin datos” en la tabla actual). Sin embargo, la selección de un grupo CDM solo por un PDCCH ocurre solo
25 cuando un TRP está transmitiendo y luego el programador coordinador semidinámico puede indicar en su lugar que el TRP debe usar DMRS en el primer grupo CDM (por ejemplo, puerto 0,1). Por lo tanto, la tabla de indicación de puerto de antena Ver-15 se puede usar sin cambios donde el segundo grupo CDM solo se usa cuando el primer grupo CDM también se usa para DMRS.

Las tablas Ver-15 para DMRS Tipo 2 admiten la programación de estas capas (L1, L2, L3) en el primer, segundo y tercer grupo CDM respectivamente:

- 5
- $(L1, L2, L3) = (1,0,0), (0,1,0), (0,0,1), (2,0,0), (0,2,0), (0, 0,2)$ para un solo símbolo DMRS
 - $(L1, L2, L3) = (1,0,0), (0,1,0), (0,0,1), (2,0,0), (0,2,0), (0, 0,2), (3,0,0), (0,3,0), (0,0,3), (4,0,0), (0,4,0), (0,0, 4)$ para símbolos DMRS dobles

10 Por lo tanto, no hay necesidad de actualizar la tabla de puertos de antena para la programación de múltiples PDCCH en el caso de DMRS Tipo 2. Un PDCCH puede indicar de 1 a 4 capas de manera flexible desde y contenidas dentro de cualquier grupo CDM.

Propuesta: Para operación multi-PDCCH, las tablas de indicación de puerto de antena Ver-15 se pueden reutilizar sin modificaciones.

15

ii. Adaptación de tasas de PDSCH

La adaptación de tasas de PDSCH es importante para la programación de múltiples TRP, ya que se deben considerar RS semiestáticas y configuraciones de canal en más de un TRP. Por ejemplo, en el enfoque de múltiples PDCCH, el UE puede en algunas franjas recibir múltiples PDCCH que programan PDSCH que indican información de mapeo de recursos de PDSCH diferente. Si y cómo el UE debería realizar el mapeo de recursos PDSCH (es decir, adaptación de tasas de PDSCH) en este caso es un problema abierto ya que el NR Ver-15 solo especifica recibir un solo PDDCH que programa un solo PDSCH al mismo tiempo. Además, los diferentes TRP tienen diferentes configuraciones de TRS y LTE CRS (cuando corresponda). Por tanto, se propone:

20

25

Propuesta: Mecanismos de apoyo para extender el mapeo de recursos PDSCH alrededor de múltiples recursos reservados de diferentes gNB, es decir, CORESET configurado, ZP-CSI-RS-ResourceSet y lte-CRS-ToMatchAround, incluido el mapeo dinámico de recursos alrededor de PDCCH detectados.

5

Categoría 2: Programación multi-TRP basada en PDCCH único

i. Mapeo de palabra clave a capa y número de CW

10 Un tema abierto para la discusión es si mantener la palabra de código Ver-15 en el mapeo de capas también cuando se implementa la transmisión multi-TRP con un solo PDSCH, o si hay beneficios al considerar un cambio de especificación en el mapeo. En NR, una sola CW se asigna a hasta 4 capas y, por lo tanto, hay dos opciones a considerar en el mapeo de CW a TRP en Ver-16, es decir,

15

- Opción 1 (nuevo mapeo): para un PDSCH programado, se transmite una CW individual para cada TRP.
- Opción 2 (mapeo Ver-15): para un PDSCH programado, una CW transmitida y mapeada en todos los TRP.

20

En la Opción 1, dado que se pueden asignar diferentes MCS a diferentes CW, cada uno de los cuales se mapea a un TRP, tiene el beneficio potencial de una mejor adaptación del enlace cuando las diferencias de pérdida de ruta con los diferentes TRP son bastante grandes. En caso de error de decodificación en una CW, solo esa CW necesita ser retransmitida. El inconveniente es que, para admitir más de dos TRP, se necesita un gran cambio de especificación, ya que cada CW está asociado con un HARQ-ACK. Además, el mapeo actual de CW a capa debe ampliarse para admitir dos CW para 2, 3 y 4 capas y se debe abordar el problema de la conmutación semiestática o dinámica entre la palabra de código Ver-15 y Ver-16 para el mapeo de capa. Además, dos CW significan sobrecarga para CRC adicional en comparación con una sola CW.

25

Para la Opción 2, puede estar soportado con Ver-15 CW existente para mapeo de capas y, por lo tanto, no se requieren cambios de especificación. Por lo tanto, cada capa está asociada a un determinado TRP mediante el uso de grupos DMRS CDM. Se pueden soportar hasta tres TRP con un solo PDCCH y un solo PDSCH mediante el uso de los tres grupos CDM y los estados TCI extendidos (consulte la Sección 2.2.2). El inconveniente puede ser que, dado que se usa una sola CW y, por lo tanto, un solo MCS, cuando las diferencias de pérdida de ruta con múltiples TRP son grandes, la adaptación del enlace puede no ser tan buena como usar MCS separados por TRP. Sin embargo, este no es el punto de operación para NC-JT de todos modos, ya que, si la diferencia de pérdida de trayectoria es grande, es mejor transmitir todas las capas desde el mejor TRP.

Como ya se observó en las discusiones de la Ver-15 sobre multi-TRP, la opción 2 supera ligeramente a la Opción 1. También se observaron resultados similares por compañías adicionales, por ejemplo, en 3GPP Tdoc R1-1900731 para NC-JT en escenario interior (ver Figura 3 de [8]). Una razón es que para que NC-JT funcione mejor que DPS, el UE debe estar en el borde de la celda y tener pérdidas de ruta comparables a ambos TRP y, en este caso, la adaptación de enlace basada en TRP no proporciona beneficios. Otra razón es que la adaptación de enlace basada en múltiples MCS es más sensible a los retardos y errores de retroalimentación de CSI en comparación con el enfoque de un solo MCS. También se observa una probabilidad de retransmisión ligeramente mayor para la Opción 1. Un resultado similar se mostró en 3GPP Tdoc R1-1900731, que para TRP MIMO simple, CW simple funciona mejor que dos CW para rangos hasta 4.

Tabla 9. Comparación de rendimiento NC-JT entre el nuevo (Opción 1) y Ver-15 (Opción 2) CW para mapeo de capa.

	Ganancia de rendimiento del UE en el borde de la celda		Ganancia de rendimiento media de UE	
RU	Opción 1 (dos CW)	Opción 2 (Ver-15) (un CW)	Opción 1 (dos CWs)	Opción 2 (Ver-15) (un CW)
10 %	0 %	8 %	0 %	5 %
20 %	0 %	7 %	0 %	6 %
30 %	0 %	4 %	0 %	7 %
40 %	0 %	5 %	0 %	8 %
50 %	0 %	7 %	0 %	8 %
60 %	0 %	6 %	0 %	7 %

NC-JT con la Opción 2 (una sola CW) supera levemente a NC-JT con la Opción 1 (dos CW) en escenarios de interior. Dado que la Opción 2 supera ligeramente a la Opción 1 en el
5 escenario NC-JT interior más prometedor, y no necesita ningún de CW existente para mapeo de capa, no hay razón para cambiar el mapeo en Ver-16. Además, el enfoque de múltiples PDCCH se puede utilizar si existe un fuerte deseo de implementación en algún escenario para realizar la adaptación de TRP MCS.

10 Propuesta: RAN1 concluye que no hay cambios en CW al mapeo de capas y número de CW por rango de transmisión en Ver-16.

ii. Estados extendidos de TCI

15 Para admitir la transmisión multi-TRP con un solo PDCCH, los puertos DMRS transmitidos desde cada TRP deben pertenecer al mismo grupo CDM. Como hay dos y tres grupos CDM para DMRS Tipo 1 y 2 respectivamente, se pueden admitir hasta tres transmisiones TRP. El estado de TCI debe ampliarse para que contenga más de un RS fuente por tipo de QCL. Se hace la siguiente propuesta:

Un estado TCI se puede configurar con uno, dos o tres pares RS fuente para QCL cuando UE está configurado para DMRS Tipo 1 y 2 respectivamente y el par RS fuente λ se puede utilizar para derivar propiedades QCL para los puertos DMRS del grupo CDM λ :

5

- Para DMRS Tipo 1, un estado TCI puede configurarse para contener: $\{\{qcl\text{-}Type1, qcl\text{-}Type2\}_{\lambda=0}, \{qcl\text{-}Type1, qcl\text{-}Type2\}_{\lambda=1}\}$ para cada uno de los dos grupos CDM respectivamente
- Para DMRS Tipo 2, se puede configurar un estado TCI para contener: $\{\{qcl\text{-}Type1, qcl\text{-}Type2\}_{\lambda=0}, \{qcl\text{-}Type1, qcl\text{-}Type2\}_{\lambda=1}, \{qcl\text{-}Type1, qcl\text{-}Type2\}_{\lambda=2}\}$ para cada uno de los tres grupos CDM respectivamente.

10

Por lo tanto, algunos estados de TCI tienen un par RS de fuente única como en Ver-15 (o RS simple si QCL Tipo D no es aplicable), y se usan para DPS mientras que otros tienen dos o tres pares RS de fuente y se usan para NC- Programación de JT.

15

En Ver-15, hay como máximo ocho (8) estados TCI activos que pueden admitir DPS de hasta 8 TRP diferentes, lo que debería ser suficiente para la mayoría de las implementaciones. Con los estados de TCI extendidos, hay muchas más combinaciones, ya que existe la posibilidad de seleccionar dos o tres TRP por estado de TCI. Por lo tanto, debe considerar si permitir incluso más estados (extendidos) de TCI que 8 es beneficioso para Ver-16. Sin embargo, tenga en cuenta que el número de TRS o SSB con seguimiento simultáneo puede seguir siendo el mismo que en Ver-15 y la introducción de estados de TCI extendidos no debería ampliar las demandas de seguimiento.

20

25

Propuesta: Estudiar si es beneficioso aumentar el número de bits en DCI para seleccionar estados de TCI activos con el fin de acomodar más hipótesis de transmisión (sin aumentar el número máximo de RS de fuente de QCL con seguimiento activo).

iii. Tablas de indicación de puertos de antena

Para admitir la transmisión multi-TRP con un solo PDCCH, el puerto DMRS transmitido desde cada TRP debe pertenecer al mismo grupo CDM. Por lo tanto, las tablas de puertos de antena deben poder indicar un número flexible de capas dentro de un grupo CDM por TRP.

Las tablas Ver-15 para DMRS Tipo 1 admiten la programación de estas capas (L1, L2) en el primer y segundo grupo CDM respectivamente:

- $(L1, L2) = (1,0), (2,0), (0,1), (0,2), (1,1), (2,1), (2,2)$ para un solo símbolo DMRS, y
- $(L1, L2) = (1,0), (2,0), (3,0), (4,0), (0,1), (0,2), (0,3), (0,4), (1,1), (2,1), (2,2)$ para símbolos DMRS dobles.

Aquí, se puede ver que falta (1,2), es decir, la capacidad de programar una capa del primer TRP y dos capas del segundo TRP. Aunque esto se puede admitir a costa de un punto de código de estado TCI extendido adicional en DCI donde los dos pares de RS fuente para los dos TRP se intercambian para admitir de manera efectiva tanto (2,1) como (1,2), sin embargo, esto La solución basada en la configuración, que puede ser bastante común en la práctica, se puede evitar agregando una fila en la tabla de indicación del puerto de la antena. Por lo tanto, existe la necesidad de una pequeña actualización de la tabla de puertos de antena en el caso de DMRS Tipo 1.

Propuesta: Agregar una fila a la tabla de indicación de puerto de antena DMRS Tipo 1 usando los puertos 0,2,3 para permitir la programación de (1,2) capas en los dos grupos CDM respectivamente.

Un PDCCH puede indicar de 1 a 4 capas de forma flexible desde y contenidas dentro de cualquier grupo de CDM, por lo que se admite DPS con hasta el rango 4. El DPS para el rango

5-8 también se puede admitir configurando estados TCI adicionales con un solo par de RS fuente para los TRP participantes.

Una optimización adicional de la indexación del puerto de la antena podría ser agregar también los estados (3,1) y (1,3) a la tabla, pero esta es una distribución de capa bastante asimétrica y los beneficios son menos obvios, las ganancias deben justificarse por evaluaciones.

Las tablas Ver-15 para DMRS Tipo 2 admiten la programación de estas capas (L1, L2, L3) en el primer, segundo y tercer grupo de CDM (es decir, 1er, 2do y 3er TRP) respectivamente:

- (L1, L2, L3) = (1,0,0), (0,1,0), (0,0,1), (2,0,0), (0,2,0), (0,0,2), (1,1,0), (2,1,0), (0,1,2), (2,2,0) para un solo símbolo DMRS.
- (L1, L2, L3) = (1,0,0), (0,1,0), (0,0,1), (2,0,0), (0,2,0), (0,0,2), (3,0,0), (0,3,0), (0,0,3), (4,0,0), (0,4,0), (0,0,4), (1,1,0), (2,1,0), (0,1,2), (2,2,0) para símbolos DMRS dobles.

Aquí se puede ver que la distribución de capas está sesgada hacia el primer y segundo TRP/QCL fuente y para tener más flexibilidad en la selección de conjuntos de TRP, se deben configurar estados TCI activos adicionales. Esto se puede evitar agregando algunos estados más en la tabla de indexación del puerto de la antena, y como hay algunos estados reservados, se pueden agregar estas hipótesis de transmisión adicionales, más probables:

Propuesta: Agregar filas a las tablas de indicación de puerto de antena DMRS Tipo 2 para PDSCH usando:

25

- a. puertos 0,2,4 para permitir la programación de (1,1,1) capas,
- b. puertos 0,2 para permitir la programación (1,1,0) capas,
- c. puertos 0,4 para permitir la programación de (1,0,1) capas,
- d. puertos 0,2,3 para permitir la programación de (1,2,0) capas.

Categoría 3: extensiones del marco CSI

En reuniones anteriores, algunas empresas hicieron propuestas con respecto a las extensiones del marco CSI para multi-TRP/panel en las que se utiliza el marco CSI NR Ver-15 como punto de partida y se consideran posibles extensiones. Por ejemplo, un gNB puede configurar un UE con dos configuraciones de informes CSI donde

- se puede utilizar una configuración de informe para DPS, y
- se puede utilizar la configuración del segundo informe para NC-JT.

Al usar el marco Ver-15, el gNB puede obtener CSI de TRP y NC-JT individuales en los dos informes CSI correspondientes a las dos configuraciones de informes CSI y luego decidir dinámicamente si usar DPS o NC-JT para la transmisión PDSCH.

Para un conjunto de medición con 3 TRP, esto significa tres TRP CSI individuales, cada uno asociado con un TRP, y tres NC-JT CSI, cada uno asociado con un par de TRP asumiendo NC-JT sobre dos TRP. Cada uno de los CSI NC-JT incluiría un par de (RI, PMI, CQI) si se utilizan dos CW o un par de (RI, PMI) y un solo CQI si se utiliza un solo CW. Este tipo de retroalimentación CSI tiene una sobrecarga de retroalimentación de casi 9 veces en comparación con la CSI para una transmisión TRP única, por lo que existe un fuerte incentivo para las mejoras en la reducción de la sobrecarga. Por lo tanto, se debe estudiar una retroalimentación CSI más eficiente con una sobrecarga de retroalimentación baja para múltiples TRP.

El marco de retroalimentación CSI de la Ver-15 aplicado directamente al escenario multi-TRP, puede incurrir en una gran sobrecarga de retroalimentación CSI si se configura para admitir la conmutación dinámica entre transmisión TRP simple y múltiple.

Una posible mejora de Ver-16 al marco CSI es especificar un método en el que el UE tome una parte activa aún mayor en la selección de hipótesis, similar al uso de CRI para la selección de haces en el marco actual Rel.15 pero extendido a múltiples Hipótesis de transmisión de TRP. Al permitir que el UE seleccione una hipótesis de transmisión preferida (es decir, un conjunto de múltiples TRP en este contexto), la sobrecarga se puede reducir ya que el UE está eliminando hipótesis “malas” antes de enviar la retroalimentación (es decir, en lugar de informar ciegamente todas las hipótesis).

Por lo tanto, se propone investigar más el sabor de múltiples hipótesis de la retroalimentación de CSI para la transmisión de múltiples TRP/panel en NR con la selección de hipótesis con el lado UE hacia abajo. Un ejemplo de tal retroalimentación es el UE seleccionando un subconjunto del número configurado de TRP para la transmisión de datos. Por ejemplo, el gNB puede configurar un UE con $N > 1$ recursos NZP CSI-RS en una configuración de recursos para la medición del canal donde cada uno de los N NZP recursos CSI-RS está asociado con un TRP. Entonces, en el informe CSI correspondiente, el UE puede seleccionar un subconjunto M , donde $M < N$ de recursos NZP CSI-RS para la medición del canal.

Es útil comenzar las discusiones sobre las mejoras de CSI lo antes posible para que se puedan realizar las evaluaciones; sin embargo, acordar los detalles puede tener una prioridad levemente menor para las reuniones más inminentes, ya que es necesario acordar los detalles de múltiples PRT/transmisión PDSCH del panel, como el número de TRP/paneles admitidos, la extensión del marco TCI para múltiples TRP/panel, la indicación del puerto de antena, *etc.* antes de que exista la posibilidad de especificar con precisión un marco de retroalimentación CSI para respaldar estos acuerdos.

Propuesta: Para la retroalimentación de CSI, estudie la retroalimentación de selección de hipótesis de TRP múltiple/único asistido por UE donde el UE decide sobre la transmisión de TRP simple o múltiple en función de las mediciones e indica la hipótesis preferida a la red.

En Ver-16 NR-MIMO, los detalles de PDSCH multi-TRP/panel deben acordarse antes de decidir si se necesitan mejoras en el marco CSI y los detalles.

5 **Categoría 4: Extensiones específicas de confiabilidad/robustez**

El principio básico de incrementar la confiabilidad y robustez de un paquete de datos transmitidos, desde una perspectiva multi-TRP, es transmitir múltiples copias de la misma carga útil de datos para que el UE pueda combinarlas de una manera de “retransmisión instantánea”.

- 10 A continuación, cada “copia” se asocia con un estado TCI activo diferente (asumiendo PDSCH para la siguiente discusión). La cuestión pendiente para RAN1 es cómo especificar los recursos utilizados para cada “copia” y cómo determinar qué estado de TCI utilizar para qué “copia”.

- 15 En 3GPP Tdoc R1-1900731, se discute un análisis de algunas estrategias diferentes para lograr beneficios de diversidad de múltiples TRP y se concluye que tanto la repetición en el tiempo como en la frecuencia es beneficiosa para las aplicaciones URLLC. En 3GPP Tdoc R1-1901116, se analiza un estudio del efecto sobre el número de TRP utilizados para lograr la robustez y se muestra que incluso 4 TRP dan un beneficio significativo sobre 2 TRP también en el caso de una distribución de potencia recibida desigual entre los 4 (hasta 9 dB de diferencia
- 20 entre el mejor y el peor TRP).

- 25 Luego se observa que la funcionalidad de repetición ya existe en Ver-15, usando los parámetros de capa superior *pdsch-AggregationFactor* donde cada PDSCH se transmite con un ciclo de RV predefinidos con la restricción de un PDSCH de capa única. Este principio se puede ampliar para incluir también estados de TCI. Por tanto, cuando el UE está configurado para tal operación de robustez, el PDCCH puede desencadenar un conjunto de transmisiones PDSCH donde cada PDSCH puede usar un estado TCI diferente del conjunto de estados TCI activados de una manera predefinida.

Propuesta: Un DCI puede desencadenar una repetición de transmisiones PDSCH con la misma carga útil donde cada PDSCH puede configurarse con un estado TCI diferente del conjunto de estados TCI activos

5 En Ver-15, estos PDSCH múltiples se transmiten en diferentes franjas y con una sola capa, pero para reducir la latencia, en Ver-16 debería ser posible desencadenar múltiples PDSCH de este tipo en la misma franja (usando programación tipo B, es decir, mini -repetición basada en franjas), en el mismo conjunto de símbolos OFDM por FDM (repetición basada en frecuencia), o en recursos superpuestos (SDM o repetición basada en capa). Se puede estudiar
10 y discutir más a fondo cómo debe verse el “patrón” de repetición y cómo configurarlo (por ejemplo, mediante RRC o mediante RRC + DCI). La Figura 16 muestra varias disposiciones ejemplares que ilustran la repetición de PDSCH basada en franjas, franjas minis, frecuencia y capas.

15 Como en Ver-15, el DCI que desencadena el “primer” PDSCH contiene la información necesaria sobre la asignación de recursos y puertos de antena, el número de capas para un PDSCH, *etc.* y luego se repite la misma carga útil en cada una de las repeticiones de PDSCH configuradas en recursos de capa superior, excepto para los estados de RV y TCI que pueden cambiar.

20 Tenga en cuenta que las opciones de repetición de PDSCH se pueden combinar, por ejemplo, con base en miniintervalo y basada en frecuencia simultáneamente. Además, la restricción de capa única de Ver-15 por PDSCH se puede eliminar para dar más posibilidad de reducir la latencia aumentando la eficiencia espectral por transmisión de PDSCH.

25 Por lo tanto, si el UE admite la recepción de cuatro capas, los recursos para cada PDSCH se pueden configurar para que se superpongan (por RRC) y luego DCI activa dos PDSCH con dos capas cada uno. La misma carga útil de datos se transmite en ambos PDSCH pero desde diferentes TRP/estados TCI/grupos CDM.

RRC configura los recursos para la repetición como en Rel.15 (agregación de franjas), y DCI programa un PDSCH. Se puede estudiar más a fondo lo que puede indicar DCI, por ejemplo, si DCI puede seleccionar entre recursos superpuestos y no superpuestos, el número de repeticiones, qué estados de TCI deben utilizarse por PDSCH, *etc.*

Propuesta: La capa superior configura el UE con una posible ubicación de recursos para cada repetición del PDSCH, incluidas las posiciones de repetición en el tiempo (por ejemplo, una franja única o múltiple o basado en franja mini) y en la frecuencia (por ejemplo, no superpuesto o superpuesto). FFS si y cómo DCI puede seleccionar dinámicamente entre estos recursos de repetición configurados de capa superior y estados de TCI asociados.

Para la robustez de PDCCH, se puede adoptar un enfoque similar al de PDSCH, donde se repite el mismo DCI en múltiples CORESET ya que cada CORESET está configurado con un estado de TCI individual. Tenga en cuenta que la repetición de PDCCH y la repetición de PDSCH como se discutió anteriormente se pueden configurar de forma independiente en función de la necesidad. Para que se habilite la repetición de PDSCH, solo se necesita recibir un único DCI y si este DCI también se repite usando múltiples PDCCH en diferentes CORESET es una discusión independiente.

Propuesta: El UE se puede configurar con un conjunto de repetición de espacio de búsqueda en $N > 1$ CORESET donde se repite el mismo espacio de búsqueda en cada CORESET. Para un candidato de PDCCH dado, con un tamaño de DCI dado, en un espacio de búsqueda/CORESET hay un candidato correspondiente en cada espacio de búsqueda en el conjunto de repetición de N. Todos los candidatos correspondientes tienen el mismo tamaño de DCI y nivel de agregación.

Mediante esta repetición, el UE puede realizar una combinación suave de los N candidatos a PDCCH para mejorar la fiabilidad de detección de DCI.

Conclusión

La discusión anterior identificó varias propuestas, que se resumen a continuación:

5

Propuesta 1: Cada PDCCH para un UE que admite la recepción de múltiples PDCCH programa un PDSCH (al menos para eMBB) y no se espera que el UE Rel.16 se programe con

10

- PDSCH parcialmente superpuestos en la asignación de recursos en el dominio del tiempo y la frecuencia
- Más de un PDSCH con DMRS en el mismo grupo CDM para la superposición de asignaciones de recursos PDSCH
- Un número agregado de capas en todos los PDSCH en recursos de tiempo y frecuencia superpuestos que es mayor que el número máximo de capas configuradas/admitidas por UE
- Un número agregado de CW en todos los PDSCH en recursos de tiempo y frecuencia superpuestos que es mayor que dos

15

20

Propuesta 2: Mecanismos de soporte para extender el mapeo de recursos PDSCH alrededor de múltiples recursos reservados de diferentes gNB, es decir, CORESET configurado, ZP-CSI-RS-ResourceSet y lte-CRS-ToMatchAround, incluido el mapeo dinámico de recursos alrededor de PDCCH detectados

25

Propuesta 3: RAN1 concluye que no hay cambios en CW al mapeo de capa y número de CW por rango de transmisión en Ver-16.

Propuesta 4: Se puede configurar un estado TCI con uno, dos o tres pares RS fuente para QCL cuando UE está configurado para DMRS Tipo 1 y 2 respectivamente y el par λ RS fuente se puede usar para derivar propiedades QCL para los puertos DMRS del grupo λ CDM:

- Para DMRS Tipo 1, un estado TCI puede configurarse para contener: $\{\{qcl\text{-}Type1, qcl\text{-}Type2\} \lambda = 0, \{qcl\text{-}Type1, qcl\text{-}Type2\} \lambda = 1\}$ para cada uno de los dos grupos CDM respectivamente
- 5 • Para DMRS Tipo 2, se puede configurar un estado TCI para contener: $\{\{qcl\text{-}Type1, qcl\text{-}Type2\} \lambda = 0, \{qcl\text{-}Type1, qcl\text{-}Type2\} \lambda = 1, \{qcl\text{-}Type1, qcl\text{-}Type2\} \lambda = 2\}$ para cada uno de los tres grupos CDM respectivamente

10 Propuesta 5: Estudiar si es beneficioso aumentar el número de bits en DCI para seleccionar estados de TCI activos con el fin de acomodar más hipótesis de transmisión (sin aumentar el número máximo de RS de fuente de QCL con seguimiento activo).

15 Propuesta 6: Agregar una fila a la tabla de indicación de puerto de antena DMRS Tipo 1 utilizando los puertos 0,2,3 para permitir la programación de (1,2) capas en los dos grupos CDM respectivamente.

Propuesta 7: Agregue filas a las tablas de indicación de puerto de antena DMRS Tipo 2 para PDSCH usando:

- 20 • puertos 0,2,4 para permitir la programación de (1,1,1) capas
- puertos 0,2 para permitir la programación de (1,1,0) capas
- puertos 0,4 para permitir la programación de (1,0,1) capas
- puertos 0,2,3 para permitir la programación de (1,2,0) capas

25 Propuesta 8: Para la retroalimentación de CSI, estudie la retroalimentación de selección de hipótesis de TRP múltiple/simple asistida por UE donde la UE decide sobre la transmisión de TRP simple o múltiple en función de las mediciones e indica la hipótesis preferida a la red.

Propuesta 9: Un DCI puede desencadenar una repetición de transmisiones PDSCH con la misma carga útil donde cada PDSCH puede configurarse con un estado TCI diferente del conjunto de estados TCI activos

- 5 Propuesta 10: La capa superior configura el UE con una posible ubicación de recursos para cada repetición del PDSCH, incluidas las posiciones de repetición en el tiempo (por ejemplo, una franja única o múltiple o basado en franja mini) y en frecuencia (por ejemplo, con superposición o sin superposición). FFS si y cómo DCI puede seleccionar dinámicamente entre estos recursos de repetición configurados de capa superior y estados de TCI asociados.

10

- Propuesta 11: El UE puede configurarse con un conjunto de repetición de espacio de búsqueda en $N > 1$ CORESET donde se repite el mismo espacio de búsqueda en cada CORESET. Para un candidato de PDCCH dado, con un tamaño de DCI dado, en un espacio de búsqueda/CORESET hay un candidato correspondiente en cada espacio de búsqueda en el
15 conjunto de repetición de N. Todos los candidatos correspondientes tienen el mismo tamaño de DCI y nivel de agregación.

- Las modalidades descritas anteriormente se pueden ilustrar adicionalmente con referencia a las Figuras 11-12, que representan métodos ejemplares (por ejemplo,
20 procedimientos) realizados por UE y nodos de red, respectivamente. Dicho de otra manera, varias características de las operaciones descritas a continuación corresponden a varias modalidades descritas anteriormente.

- En particular, la Figura 11 muestra un diagrama de flujo de un método de ejemplo (por
25 ejemplo, un procedimiento) para comunicarse a través de una pluralidad de nodos en una red inalámbrica, de acuerdo con varias modalidades de ejemplo de la presente divulgación. El método de ejemplo puede ser realizado por un equipo de usuario (UE, por ejemplo, Dispositivo inalámbrico, dispositivo IoT, módem, *etc.* o un componente del mismo) en comunicación con uno o más nodos de red (por ejemplo, Estación base, gNB, en-gNB, *etc.*, o un componente de

la misma) en una red inalámbrica (RAN, por ejemplo, NG-RAN). Por ejemplo, el método de ejemplo que se muestra en la Figura 11 se puede implementar en un UE configurado como se describe en este documento con referencia a otras figuras. Además, el método de ejemplo que se muestra en la Figura 11 se puede usar en cooperación con otros métodos ejemplares descritos en este documento (por ejemplo, la Figura 12) para proporcionar varios beneficios ejemplares descritos en este documento. Aunque la Figura 11 muestra bloques específicos en un orden particular, las operaciones del método de ejemplo se pueden realizar en un orden diferente al mostrado y se pueden combinar y/o dividir en bloques que tengan una funcionalidad diferente a la mostrada. Los bloques u operaciones opcionales se indican mediante líneas discontinuas.

10

El método de ejemplo puede incluir las operaciones del bloque 1110, donde el UE puede recibir, desde la red inalámbrica, una pluralidad de estados del indicador de configuración de transmisión (TCI). En algunas modalidades, la pluralidad de estados de TCI puede asociarse con uno de los siguientes: una pluralidad respectiva de nodos en la red inalámbrica; o una pluralidad respectiva de haces asociados con uno o más nodos en la red inalámbrica.

15

El método de ejemplo también puede incluir las operaciones del bloque 1120, donde el UE puede recibir, a través de un único canal de control físico, información de programación para una pluralidad de canales de datos físicos que llevan una pluralidad respectiva de repeticiones de un bloque de datos. Por ejemplo, el canal de control físico puede ser un PDCCH y la información de programación puede ser un DCI de programación, como se discutió anteriormente. En algunas modalidades, la pluralidad de canales de datos físicos pueden ser capas respectivas de un canal compartido de enlace descendente físico (PDSCH). En otras modalidades, cada canal de datos físicos puede ser un subconjunto de todas las capas de un PDSCH.

20

25

En algunas modalidades, la información de programación también puede incluir un indicador de recursos para recibir una o más de las repeticiones. Los recursos indicados pueden estar en al menos una de las siguientes dimensiones: tiempo, frecuencia y capa espacial. En

algunas modalidades, los recursos para al menos dos de las repeticiones pueden estar en el mismo conjunto de símbolos en una franja.

En otras modalidades, la información de programación puede incluir un indicador de
5 primeros recursos para recibir una primera de las repeticiones. En tales modalidades, el método de ejemplo también puede incluir las operaciones del bloque 1230, donde el UE puede recibir una o más compensaciones para aplicar a los primeros recursos para determinar recursos adicionales para recibir las repeticiones restantes. En tales modalidades, los recursos adicionales pueden ubicarse en uno de los siguientes con respecto a los primeros recursos: una
10 o más franjas subsiguientes, o uno o más símbolos subsiguientes dentro de la misma franja.

En algunas modalidades, los recursos indicados para al menos dos de las repeticiones pueden superponerse completamente en frecuencia. En tales modalidades, la información de programación también incluye al menos uno de los siguientes para cada una de las repeticiones
15 completamente superpuestas: un conjunto único de puertos de señal de referencia de demodulación (DMRS); Puertos DMRS de un grupo único de multiplexación por división de código (CDM); y una semilla de aleatorización de datos única.

En algunas modalidades, la información de programación también puede incluir un
20 indicador de un mapeo entre la pluralidad de repeticiones y una pluralidad de versiones de redundancia (RV) del bloque de datos.

El método de ejemplo también puede incluir las operaciones del bloque 1140, donde el UE puede asignar uno o más de los estados TCI a la pluralidad de repeticiones. En algunas
25 modalidades, la pluralidad de estados TCI es menor que la pluralidad de repeticiones, y la pluralidad de estados TCI se asignan a las repeticiones en un orden predefinido. Como ejemplo ilustrativo, cada canal de datos físico (que lleva las respectivas repeticiones) puede ser transmitido por un TRP diferente usando uno de los estados de TCI activados (por ejemplo, los estados de TCI proporcionados al UE en el bloque 1110) en un orden predefinido. El UE

también puede conocer este orden predefinido y asignar estados TCI a las repeticiones de la manera correspondiente.

En otras modalidades, la información de programación también puede incluir un
5 indicador de un mapeo entre uno o más de los estados de TCI y la pluralidad de repeticiones. En tales modalidades, el uno o más estados de TCI se asignan a las repeticiones basándose en el mapeo indicado. En algunas de estas modalidades, el indicador se incluye en un campo que tiene una pluralidad de puntos de código, siendo la pluralidad de estados de TCI menor que la pluralidad de puntos de código. En tales modalidades, un primer subconjunto de puntos de
10 código se puede asociar con estados de TCI individuales y un segundo subconjunto de puntos de código se puede asociar con combinaciones de estados de TCI individuales.

En algunas modalidades, cada estado de TCI incluye uno o más pares de señales de referencia de fuente (RS), y cada par de RS de fuente tiene un par correspondiente de relaciones
15 de cuasi-colocación (QCL) con puertos de antena, para DM-RS, que están mapeados a un canal de datos físico particular. Por ejemplo, el par de relaciones QCL puede incluir cualquiera de las relaciones QCL Tipos A-D, discutidas anteriormente. En tales modalidades, el método de ejemplo también puede incluir las operaciones del bloque 1150, donde el UE puede, para cada uno de la pluralidad de estados de TCI, determinar parámetros de canal basándose en los pares
20 de RS fuente incluidos en el estado de TCI particular.

El método de ejemplo también puede incluir las operaciones del bloque 1160, donde el UE puede recibir la pluralidad de repeticiones a través de la pluralidad de canales de datos físicos en base a la información de programación y los estados TCI asignados. En algunas
25 modalidades, las operaciones del bloque 1160 pueden incluir las operaciones de los subbloques 1161-1163, para cada uno de los canales de datos físicos. En el subbloque 1161, el UE puede, basándose en los parámetros del canal (por ejemplo, determinados para los pares RS fuente en el bloque 1150), recibir el DM-RS mapeado al canal de datos físicos. De esta manera, el UE puede utilizar los pares RS fuente y las relaciones QCL para recibir un RS objetivo, por ejemplo,

DM-RS. En el subbloque 1162, el UE puede determinar más parámetros de canal basándose en el DM-RS recibido. En el subbloque 1163, el UE puede recibir el canal de datos físicos basándose en los parámetros del canal adicional.

5 Además, la Figura 12 muestra un método de ejemplo (por ejemplo, un procedimiento) para comunicarse a través de una pluralidad de canales de datos físicos con un solo equipo de usuario (UE), de acuerdo con varias modalidades de ejemplo de la presente divulgación. El método de ejemplo puede ser realizado por uno o más nodos de red (por ejemplo, estaciones base, eNB, gNB, en-gNB, *etc.*, o componentes de la misma) de una red inalámbrica (por ejemplo, NG-RAN, E-UTRAN). Por ejemplo, el método de ejemplo que se muestra en la Figura 10 12 se puede implementar en uno o más nodos de red de una red inalámbrica configurada como se describe en este documento con referencia a otras figuras. Además, el método de ejemplo que se muestra en la Figura 12 se puede usar en cooperación con otros métodos ejemplares descritos en este documento (por ejemplo, la Figura 11) para proporcionar varios beneficios y/o 15 ventajas ejemplares. Aunque la Figura 12 muestra bloques específicos en un orden particular, las operaciones del método de ejemplo se pueden realizar en un orden diferente al mostrado y se pueden combinar y/o dividir en bloques que tengan una funcionalidad diferente a la mostrada. Los bloques u operaciones opcionales se indican mediante líneas discontinuas.

20 El método de ejemplo puede incluir las operaciones del bloque 1210, donde la red inalámbrica puede transmitir, al UE, una pluralidad de estados del Indicador de Configuración de Transmisión (TCI). En algunas modalidades, la pluralidad de estados de TCI puede asociarse con uno de los siguientes: una pluralidad respectiva de nodos en la red inalámbrica; o una pluralidad respectiva de haces asociados con uno o más nodos en la red inalámbrica.

25

El método de ejemplo también puede incluir las operaciones del bloque 1220, donde la red inalámbrica puede asignar uno o más de los estados TCI a una pluralidad de repeticiones, de un bloque de datos, para ser transportados por una pluralidad respectiva de canales de datos físicos. En algunas modalidades, la pluralidad de estados TCI puede ser menor que la pluralidad

de repeticiones, y la pluralidad de estados TCI puede asignarse a las repeticiones en un orden predefinido. Como ejemplo ilustrativo, cada canal de datos físico (que lleva las respectivas repeticiones) puede ser transmitido por un TRP diferente usando uno de los estados de TCI activados (por ejemplo, los estados de TCI proporcionados al UE en el bloque 1210) en un orden predefinido. El UE también puede conocer este orden predefinido y asignar estados TCI a las repeticiones de la manera correspondiente.

El método de ejemplo también puede incluir las operaciones del bloque 1230, donde la red inalámbrica puede transmitir, a través de un único canal de control físico, información de programación para una pluralidad de canales de datos físicos que llevan una pluralidad respectiva de repeticiones de un bloque de datos. Por ejemplo, el canal de control físico puede ser un PDCCH y la información de programación puede ser un DCI de programación, como se discutió anteriormente. En algunas modalidades, la pluralidad de canales de datos físicos pueden ser capas respectivas de un canal compartido de enlace descendente físico (PDSCH). En otras modalidades, cada canal de datos físicos puede ser un subconjunto de todas las capas de un PDSCH.

En algunas modalidades, la información de programación también puede incluir un indicador de recursos para recibir una o más de las repeticiones. Los recursos indicados pueden estar en al menos una de las siguientes dimensiones: tiempo, frecuencia y capa espacial. En algunas modalidades, los recursos para al menos dos de las repeticiones pueden estar en el mismo conjunto de símbolos en una franja.

En otras modalidades, la información de programación puede incluir un indicador de primeros recursos para recibir una primera de las repeticiones. En tales modalidades, el método de ejemplo también puede incluir las operaciones del bloque 1240, donde la red inalámbrica puede transmitir una o más compensaciones para aplicar a los primeros recursos para determinar recursos adicionales para recibir las repeticiones restantes. En tales modalidades, los recursos adicionales pueden ubicarse en uno de los siguientes con respecto a los primeros

recursos: una o más franjas subsiguientes, o uno o más símbolos subsiguientes dentro de la misma franja.

En algunas modalidades, los recursos indicados para al menos dos de las repeticiones pueden superponerse completamente en frecuencia. En tales modalidades, la información de programación también puede incluir al menos uno de los siguientes para cada una de las repeticiones completamente superpuestas: un conjunto único de puertos de señal de referencia de demodulación (DMRS); Puertos DMRS de un grupo único de multiplexación por división de código (CDM); y una semilla de aleatorización de datos única.

10

En algunas modalidades, la información de programación también puede incluir un indicador de un mapeo entre la pluralidad de repeticiones y una pluralidad de versiones de redundancia (RV) del bloque de datos.

15

En algunas modalidades, la información de programación también puede incluir un indicador de un mapeo entre uno o más de los estados de TCI y la pluralidad de repeticiones. Por ejemplo, este mapeo puede reflejar y/o indicar la asignación de estados TCI a repeticiones en el bloque 1220. En algunas de estas modalidades, el indicador se incluye en un campo que tiene una pluralidad de puntos de código, siendo la pluralidad de estados TCI menor que la pluralidad de puntos de código. En tales modalidades, un primer subconjunto de puntos de código se puede asociar con estados de TCI individuales y un segundo subconjunto de puntos de código se puede asociar con combinaciones de estados de TCI individuales.

20

En algunas modalidades, cada estado de TCI incluye uno o más pares de señales de referencia de fuente (RS), y cada par de RS de fuente tiene un par correspondiente de relaciones de cuasi-colocación (QCL) con puertos de antena, para DM-RS, que están mapeados a un canal de datos físico particular. Por ejemplo, el par de relaciones QCL puede incluir cualquiera de las relaciones QCL Tipos A-D, discutidas anteriormente. En tales modalidades, el método de ejemplo también puede incluir las operaciones del bloque 1250, donde la red inalámbrica puede,

25

para cada uno de la pluralidad de estados TCI, transmitir el par RS fuente incluido en el estado TCI particular.

El método de ejemplo también puede incluir las operaciones del bloque 1260, donde la red inalámbrica puede transmitir la pluralidad de repeticiones a través de la pluralidad de canales de datos físicos en base a la información de programación y los estados TCI asignados. En algunas modalidades, las operaciones del bloque 1260 pueden incluir las operaciones del subbloque 1261, donde la red inalámbrica puede transmitir el DM-RS respectivo en asociación con los canales de datos físicos a los que están mapeados. Esto puede facilitar que el UE utilice los pares RS fuente y las relaciones QCL para recibir un RS objetivo (por ejemplo, DM-RS) que está asociado con un canal de datos físico particular.

Aunque varias modalidades se describen anteriormente en términos de métodos, técnicas y/o procedimientos, el experto en la materia comprenderá fácilmente que tales métodos, técnicas y/o procedimientos se pueden incorporar mediante diversas combinaciones de hardware y software en varios dispositivos de sistemas de comunicación, dispositivos informáticos, dispositivos de control, aparatos, medios legibles por computador no transitorios, productos de programas informáticos, *etc.*

La Figura 13 muestra un diagrama de bloques de un dispositivo inalámbrico o equipo de usuario (UE) 1300 ejemplar (en lo sucesivo denominado “UE 1300”) de acuerdo con varias modalidades de la presente divulgación, incluidas las descritas anteriormente con referencia a otras figuras. Por ejemplo, el UE 1300 puede configurarse mediante la ejecución de instrucciones, almacenadas en un medio legible por computador, para realizar operaciones correspondientes a uno o más de los métodos ejemplares descritos en este documento.

UE 1300 puede incluir un procesador 1310 (también denominado “circuito de procesamiento”) que se puede conectar operativamente a una memoria de programa 1320 y/o una memoria de datos 1330 a través de un bus 1370 que puede comprender direcciones paralelas

y buses de datos, puertos seriales, u otros métodos y/o estructuras conocidas por los expertos en la técnica. La memoria de programa 1320 puede almacenar código de software, programas y/o instrucciones (mostradas colectivamente como producto de programa informático 1321 en la Figura 13) que, cuando se ejecuta por el procesador 1310, puede configurar y/o facilitar al

5 UE 1300 para realizar varias operaciones, incluidas las operaciones correspondientes a varios métodos ejemplares descritos en este documento. Como parte de o además de tales operaciones, la ejecución de tales instrucciones puede configurar y/o facilitar que UE 1300 se comuniquen usando uno o más protocolos de comunicación alámbricos o inalámbricos, incluyendo uno o más protocolos de comunicación inalámbrica estandarizados por 3GPP, 3GPP2 o IEEE, como

10 los comúnmente conocidos como 5G/NR, LTE, LTE-A, UMTS, HSPA, GSM, GPRS, EDGE, 1xRTT, CDMA2000, 802.11 WiFi, HDMI, USB, Firewire, *etc.*, o cualquier otro protocolo actual o futuro que se puede utilizar junto con el transceptor de radio 1340, la interfaz de usuario 1350 y/o la interfaz de control 1360.

15 Como otro ejemplo, el procesador 1310 puede ejecutar código de programa almacenado en la memoria de programa 1320 que corresponde a protocolos de capa MAC, RLC, PDCP y RRC estandarizados por 3GPP (por ejemplo, para NR y/o LTE). Como ejemplo adicional, el procesador 1310 puede ejecutar código de programa almacenado en la memoria de programa 1320 que, junto con el transceptor de radio 1340, implementa los correspondientes protocolos

20 de capa PHY, tales como Multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM), Acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA), y Acceso múltiple por división de frecuencia de portadora única (SC-FDMA). Como otro ejemplo, el procesador 1310 puede ejecutar código de programa almacenado en la memoria de programa 1320 que, junto con el transceptor de radio 1340, implementa comunicaciones de dispositivo a dispositivo (D2D) con

25 otros dispositivos y/o UE compatibles.

La memoria de programa 1320 también puede incluir código de software ejecutado por el procesador 1310 para controlar las funciones del UE 1300, incluida la configuración y el control de varios componentes como el transceptor de radio 1340, la interfaz de usuario 1350

y/o la interfaz de control 1360. La memoria de programa 1320 también puede comprender una o más programas y/o módulos de aplicación que comprenden instrucciones ejecutables por computador que incorporan cualquiera de los métodos ejemplares descritos en el presente documento. Dicho código de software se puede especificar o escribir utilizando cualquier

5 lenguaje de programación conocido o desarrollado en el futuro, como, por ejemplo, Java, C ++, C, Objective C, HTML, XHTML, código de máquina y Ensamblador, siempre que la funcionalidad deseada, por ejemplo, según se define por las etapas del método implementado, se conserve. Además, o como alternativa, la memoria de programa 1320 puede comprender una

10 disposición de almacenamiento externo (no mostrada) remota del UE 1300, desde la cual las instrucciones se pueden descargar en la memoria de programa 1320 ubicada dentro o acoplada de forma extraíble a UE 1300, para permitir ejecución de tales instrucciones.

La memoria de datos 1330 puede incluir un área de memoria para que el procesador 1310 almacene variables usadas en protocolos, configuración, control y otras funciones del UE

15 1300, incluyendo operaciones correspondientes a, o que comprenden, cualquiera de los métodos ejemplares descritos en este documento. Además, la memoria de programa 1320 y/o la memoria de datos 1330 pueden incluir memoria no volátil (por ejemplo, memoria flash), memoria volátil (por ejemplo, RAM estática o dinámica) o una combinación de las mismas. Además, la memoria de datos 1330 puede comprender una ranura de memoria mediante la cual se pueden

20 insertar y extraer tarjetas de memoria extraíbles en uno o más formatos (por ejemplo, Tarjeta SD, Memory Stick, Compact Flash, *etc.*).

Las personas versadas en la materia reconocerán que el procesador 1310 puede incluir múltiples procesadores individuales (incluidos, por ejemplo, procesadores de múltiples

25 núcleos), cada uno de los cuales implementa una parte de la funcionalidad descrita anteriormente. En tales casos, se pueden conectar comúnmente múltiples procesadores individuales a la memoria de programa 1320 y la memoria de datos 1330 o conectarse individualmente a múltiples memorias de programas individuales y/o memorias de datos. De manera más general, los expertos en la técnica reconocerán que se pueden implementar varios

protocolos y otras funciones del UE 1300 en muchas configuraciones informáticas diferentes que comprenden diferentes combinaciones de hardware y software, incluidos, entre otros, procesadores de aplicaciones, procesadores de señales, -procesadores de propósito general, procesadores de múltiples núcleos, ASIC, circuitos digitales fijos y/o programables, circuitos
5 de banda base analógica, circuitos de radiofrecuencia, *software*, *firmware* y *middleware*.

El transceptor 1340 de radio puede incluir una funcionalidad de transmisor y/o receptor de radiofrecuencia que facilita que el UE 1300 se comunice con otros equipos que soporten estándares y/o protocolos de comunicación inalámbrica similares. En algunas modalidades de
10 ejemplo, el transceptor 1340 de radio incluye uno o más transmisores y uno o más receptores que permiten al UE 1300 comunicarse de acuerdo con varios protocolos y/o métodos propuestos para estandarización por 3GPP y/u otros organismos de estándares. Por ejemplo, tal funcionalidad puede operar en cooperación con el procesador 1310 para implementar una capa PHY basada en tecnologías OFDM, OFDMA y/o SC-FDMA, como se describe en este
15 documento con respecto a otras figuras.

En algunas modalidades de ejemplo, el transceptor de radio 1340 incluye uno o más transmisores y uno o más receptores que pueden facilitar que el UE 1300 se comunice con varias redes LTE, LTE-Advanced (LTE-A) y/o NR de acuerdo con los estándares promulgados
20 por 3GPP. En algunas modalidades de ejemplo de la presente divulgación, el transceptor de radio 1340 incluye circuitos, firmware, *etc.* necesarios para que el UE 1300 se comunice con varios NR, NR-U, LTE, LTE-A, LTE-LAA, UMTS y/o redes GSM/EDGE, también de acuerdo con estándares 3GPP. En algunas modalidades, el transceptor 1340 de radio puede incluir circuitos que soportan las comunicaciones D2D entre el UE 1300 y otros dispositivos
25 compatibles.

En algunas modalidades, el transceptor 1340 de radio incluye circuitos, firmware, *etc.* necesarios para que el UE 1300 se comunice con varias redes CDMA2000, de acuerdo con los estándares 3GPP2. En algunas modalidades, el transceptor de radio 1340 puede ser capaz

de comunicarse usando tecnologías de radio que operan en bandas de frecuencia sin licencia, como IEEE 802.11 WiFi que opera usando frecuencias en las regiones de 2.4, 5.6 y/o 60 GHz. En algunas modalidades, el transceptor 1340 de radio puede incluir un transceptor que sea capaz de realizar comunicaciones por cable, por ejemplo, mediante el uso de la tecnología Ethernet

5 IEEE 802.3. La funcionalidad particular de cada una de estas modalidades se puede acoplar y/o controlar por otros circuitos en el UE 1300, como el procesador 1310 que ejecuta el código de programa almacenado en la memoria de programa 1320 junto con, y/o soportado por, la memoria de datos 1330.

10 La interfaz de usuario 1350 puede adoptar varias formas dependiendo de la modalidad particular del UE 1300, o puede estar ausente del UE 1300 por completo. En algunas modalidades, la interfaz de usuario 1350 puede comprender un micrófono, un altavoz, botones deslizables, botones que se pueden presionar, una pantalla, una pantalla táctil, un teclado mecánico o virtual, un teclado mecánico o virtual y/o cualquier otra característica de la interfaz

15 de usuario comúnmente encontrado en teléfonos móviles. En otras modalidades, el UE 1300 puede comprender un dispositivo informático de tableta que incluye una pantalla táctil más grande. En tales modalidades, una o más de las características mecánicas de la interfaz de usuario 1350 pueden ser reemplazadas por características de interfaz de usuario virtual comparables o funcionalmente equivalentes (por ejemplo, teclado virtual, botones virtuales,

20 *etc.*) implementadas usando la pantalla táctil, como familiar para las personas de experiencia ordinaria en la técnica. En otras modalidades, el UE 1300 puede ser un dispositivo informático digital, tal como un computador portátil, computador de escritorio, estación de trabajo, *etc.* que comprende un teclado mecánico que puede integrarse, desprenderse o separarse dependiendo de la modalidad ejemplar particular. Un dispositivo informático digital de este tipo también

25 puede comprender una pantalla táctil. Muchas modalidades de ejemplo del UE 1300 que tienen una pantalla táctil son capaces de recibir entradas de usuario, tales como entradas relacionadas con métodos ejemplares descritos en este documento o conocidos de otro modo por personas con conocimientos promedio.

En algunas modalidades, el UE 1300 puede incluir un sensor de orientación, que se puede usar de varias formas por las características y funciones del UE 1300. Por ejemplo, el UE 1300 puede usar las salidas del sensor de orientación para determinar cuándo un usuario ha cambiado la orientación física de la pantalla táctil del UE 1300. Una señal de indicación del sensor de orientación puede estar disponible para cualquier programa de aplicación que se ejecute en el UE 1300, de modo que un programa de aplicación pueda cambiar la orientación de una pantalla (por ejemplo, de vertical a horizontal) automáticamente cuando la señal de indicación indica aproximadamente 90 grados de cambio en la orientación física del dispositivo. De esta manera ejemplar, el programa de aplicación puede mantener la visualización de la pantalla de una manera que sea legible por el usuario, independientemente de la orientación física del dispositivo. Además, la salida del sensor de orientación se puede usar junto con varias modalidades de ejemplo de la presente divulgación.

Una interfaz de control 1360 del UE 1300 puede tomar varias formas dependiendo de la modalidad ejemplar particular del UE 1300 y de los requisitos de interfaz particulares de otros dispositivos con los que el UE 1300 está destinado a comunicarse y/o controlar. Por ejemplo, la interfaz de control 1360 puede comprender una interfaz RS-232, una interfaz RS-4135, una interfaz USB, una interfaz HDMI, una interfaz Bluetooth, una interfaz IEEE (“Firewire”), una interfaz I²C, una interfaz PCMCIA, o similar. En algunas modalidades de ejemplo de la presente divulgación, la interfaz de control 1360 puede comprender una interfaz Ethernet IEEE 802.3 como la descrita anteriormente. En algunas modalidades de ejemplo de la presente divulgación, la interfaz de control 1360 puede comprender circuitos de interfaz analógica que incluyen, por ejemplo, uno o más convertidores de digital a analógico (DAC) y/o convertidores de analógico a digital (ADC).

Las personas versadas en la técnica pueden reconocer que la lista anterior de características, interfaces y estándares de comunicación por radiofrecuencia es meramente ejemplar y no limita el alcance de la presente divulgación. En otras palabras, el UE 1300 puede comprender más funcionalidad que la que se muestra en la Figura 13, incluyendo, por ejemplo,

una cámara de video y/o imagen fija, micrófono, reproductor y/o grabador multimedia, *etc.* Además, el transceptor 1340 de radio puede incluir los circuitos necesarios para comunicarse utilizando estándares de comunicación de radiofrecuencia adicionales, incluidos Bluetooth, GPS y/u otros. Además, el procesador 1310 puede ejecutar código de software almacenado en la memoria de programa 1320 para controlar dicha funcionalidad adicional. Por ejemplo, la salida de estimaciones de velocidad y/o posición direccional de un receptor GPS puede estar disponible para cualquier programa de aplicación que se ejecute en el UE 1300, incluido cualquier código de programa correspondiente y/o que incorpore cualquier ejemplo de modalidad (por ejemplo, de métodos) descrito en este documento.

10

La Figura 14 muestra un diagrama de bloques de un nodo de red ejemplar 1400 de acuerdo con varias modalidades de la presente divulgación, incluidas las descritas anteriormente con referencia a otras figuras. Por ejemplo, el nodo de red ejemplar 1400 puede configurarse mediante la ejecución de instrucciones, almacenadas en un medio legible por computador, para realizar operaciones correspondientes a uno o más de los métodos ejemplares descritos en este documento. En algunas modalidades de ejemplo, el nodo de red 1400 puede comprender una estación base, eNB, gNB, o uno o más componentes de los mismos. Por ejemplo, el nodo de red 1400 se puede configurar como una unidad central (CU) y una o más unidades distribuidas (DU) de acuerdo con las arquitecturas NR gNB especificadas por 3GPP. De manera más general, la funcionalidad del nodo de red 1400 se puede distribuir entre varios dispositivos físicos y/o unidades funcionales, módulos, *etc.*

15

20

25

El nodo de red 1400 puede incluir el procesador 1410 (también denominado “circuito de procesamiento”) que está conectado operativamente a la memoria de programa 1420 y la memoria de datos 1430 a través del bus 1470, que puede incluir direcciones paralelas y buses de datos, puertos seriales u otros métodos y/o estructuras conocidas por los expertos en la técnica.

La memoria de programa 1420 puede almacenar código de software, programas y/o instrucciones (mostradas colectivamente como producto de programa de computador 1421 en la Figura 14) que, cuando se ejecuta por el procesador 1410, puede configurar y/o facilitar el nodo de red 1400 para realizar varias operaciones, incluidas las operaciones correspondientes a varios métodos ejemplares descritos en este documento. Como parte de y/o además de tales operaciones, la memoria de programa 1420 también puede incluir código de software ejecutado por el procesador 1410 que puede configurar y/o facilitar que el nodo de red 1400 se comuniquen con uno o más UE o nodos de red utilizando otros protocolos o capas de protocolos, como uno o más de los protocolos de capa PHY, MAC, RLC, PDCP y RRC estandarizados por 3GPP para LTE, LTE-A y/o NR, o cualquier otro protocolo de capa superior (por ejemplo, NAS) utilizado en junto con la interfaz de red de radio 1440 y/o la interfaz de red central 1450. A modo de ejemplo, la interfaz de red central 1450 puede comprender la interfaz S1 o NG y la interfaz de red de radio 1440 puede comprender la interfaz Uu, según lo estandarizado por 3GPP. La memoria de programa 1420 también puede comprender código de software ejecutado por el procesador 1410 para controlar las funciones del nodo de red 1400, incluyendo la configuración y control de varios componentes tales como la interfaz de red de radio 1440 y la interfaz de red central 1450.

La memoria de datos 1430 puede comprender un área de memoria para que el procesador 1410 almacene variables utilizadas en protocolos, configuración, control y otras funciones del nodo de red 1400. Como tal, la memoria de programa 1420 y la memoria de datos 1430 pueden comprender memoria no volátil (por ejemplo, memoria flash, disco duro, *etc.*), memoria volátil (por ejemplo, RAM estática o dinámica), almacenamiento basado en red (por ejemplo, “nube”) o una combinación de los mismos. Los expertos en la técnica reconocerán que el procesador 1410 puede incluir múltiples procesadores individuales (no mostrados), cada uno de los cuales implementa una parte de la funcionalidad descrita anteriormente. En tal caso, pueden conectarse comúnmente múltiples procesadores individuales a la memoria de programa 1420 y la memoria de datos 1430 o conectarse individualmente a múltiples memorias de programas individuales y/o memorias de datos. De manera más general, las personas con

conocimientos ordinarios reconocerán que varios protocolos y otras funciones del nodo de red 1400 pueden implementarse en muchas combinaciones diferentes de hardware y software, incluidos, entre otros, procesadores de aplicaciones, procesadores de señales, procesadores de propósito general, múltiples procesadores centrales, ASIC, circuitos digitales fijos, circuitos digitales programables, circuitos de banda base analógica, circuitos de radiofrecuencia, *software, firmware y middleware*.

La interfaz de red de radio 1440 puede comprender transmisores, receptores, procesadores de señales, ASIC, antenas, unidades de formación de haces y otros circuitos que permiten al nodo de red 1400 comunicarse con otros equipos como, en algunas modalidades, una pluralidad de equipos de usuario compatibles (UE). En algunas modalidades, la interfaz 1440 también puede permitir que el nodo de red 1400 se comuniquen con satélites compatibles de una red de comunicaciones por satélite. En algunas modalidades de ejemplo, la interfaz de red de radio 1440 puede comprender varios protocolos o capas de protocolo, tales como los protocolos de capa PHY, MAC, RLC, PDCP y/o RRC estandarizados por 3GPP para LTE, LTE-A, LTE-LAA, NR, NR-U, *etc*; mejoras a las mismas como las descritas anteriormente en este documento; o cualquier otro protocolo de capa superior utilizado junto con la interfaz de red de radio 1440. De acuerdo con modalidades de ejemplo adicionales de la presente divulgación, la interfaz de red de radio 1440 puede comprender una capa PHY basada en tecnologías OFDM, OFDMA y/o SC-FDMA. En algunas modalidades, la funcionalidad de dicha capa PHY puede proporcionarse de forma cooperativa mediante la interfaz de red de radio 1440 y el procesador 1410 (incluido el código de programa en la memoria 1420).

La interfaz de red central 1450 puede comprender transmisores, receptores y otros circuitos que permiten que el nodo de red 1400 se comuniquen con otros equipos en una red central como, en algunas modalidades, circuitos conmutados (CS) y/o redes centrales de paquetes conmutados (PS). En algunas modalidades, la interfaz de red central 1450 puede comprender la interfaz S1 estandarizada por 3GPP. En algunas modalidades, la interfaz de red central 1450 puede comprender la interfaz NG estandarizada por 3GPP. En algunas

modalidades de ejemplo, la interfaz de red central 1450 puede comprender una o más interfaces a una o más AMF, SMF, SGW, MME, SGSN, GGSN y otros dispositivos físicos que comprenden la funcionalidad que se encuentra en redes centrales GERAN, UTRAN, EPC, 5GC y CDMA2000 que son conocidas por los expertos en la técnica. En algunas modalidades, estas

5 una o más interfaces pueden multiplexarse juntas en una única interfaz física. En algunas modalidades, las capas inferiores de la interfaz de red central 1450 pueden comprender uno o más de modo de transferencia asíncrona (ATM), Protocolo de Internet (IP) por Ethernet, SDH por fibra óptica, T1/E1/PDH por un cable de cobre, microondas radio, u otras tecnologías de transmisión por cable o inalámbricas conocidas por aquellos versados en la técnica.

10

En algunas modalidades, el nodo de red 1400 puede incluir hardware y/o software que configura y/o facilita que el nodo de red 1400 se comuniquen con otros nodos de red en una RAN (también denominada “red inalámbrica”), como con otros nodos eNB, gNB, ng-eNB, en-gNB, IAB, *etc.* Dicho hardware y/o software puede ser parte de la interfaz de red de radio 1440 y/o

15 la interfaz de red central 1450, o puede ser una unidad funcional separada (no mostrada). Por ejemplo, dicho hardware y/o software puede configurar y/o facilitar que el nodo de red 1400 se comuniquen con otros nodos de RAN a través de las interfaces X2 o Xn, según lo estandarizado por 3GPP.

20

La interfaz OA&M 1460 puede comprender transmisores, receptores y otros circuitos que permiten que el nodo de red 1400 se comuniquen con redes externas, computadores, bases de datos y similares con fines de operaciones, administración y mantenimiento del nodo de red 1400 u otro equipo de red conectado operativamente al mismo. Las capas inferiores de la interfaz 1460 de OA&M pueden comprender uno o más modos de transferencia asíncrona

25 (ATM), protocolo de Internet (IP) por Ethernet, SDH por fibra óptica, T1/E1/PDH por cable de cobre, radio de microondas u otro cable o tecnologías de transmisión inalámbrica conocidas por los expertos en la técnica. Además, en algunas modalidades, una o más de la interfaz de red de radio 1440, la interfaz de red central 1450 y la interfaz OA&M 1460 pueden multiplexarse juntas en una única interfaz física, como los ejemplos enumerados anteriormente.

La figura 15 es un diagrama de bloques de una red de comunicación ejemplar configurada para proporcionar servicios de datos fuera de serie (OTT) entre un computador central y un equipo de usuario (UE), de acuerdo con varias modalidades de ejemplo de la presente divulgación. El UE 1510 puede comunicarse con la red de acceso por radio (RAN, también denominada “red inalámbrica”) 1530 a través de la interfaz de radio 1520, que puede basarse en los protocolos descritos anteriormente, incluidos, por ejemplo, LTE, LTE-A y 5G/NR. Por ejemplo, el UE 1510 se puede configurar y/o disponer como se muestra en otras figuras discutidas anteriormente.

La RAN 1530 puede incluir uno o más nodos de red terrestre (por ejemplo, Estaciones base, eNB, gNB, controladores, *etc.*) operables en bandas de espectro con licencia, así como uno o más nodos de red operables en espectro sin licencia (usando, por ejemplo, LAA o NR - U tecnología), como una banda de 2,4 GHz y/o una banda de 5 GHz. En tales casos, los nodos de red que comprenden RAN 1530 pueden operar de manera cooperativa utilizando espectro con licencia y sin licencia. En algunas modalidades, RAN 1530 puede incluir, o ser capaz de comunicarse con, uno o más satélites que comprenden una red de acceso por satélite.

La RAN 1530 puede comunicarse además con la red central 1540 de acuerdo con varios protocolos e interfaces descritos anteriormente. Por ejemplo, uno o más aparatos (por ejemplo, estaciones base, eNB, gNB, *etc.*) que comprenden RAN 1530 pueden comunicarse con la red central 1540 a través de la interfaz de red central 1550 descrita anteriormente. En algunas modalidades de ejemplo, la RAN 1530 y la red central 1540 pueden configurarse y/o disponerse como se muestra en otras figuras discutidas anteriormente. Por ejemplo, los eNB que comprenden un E-UTRAN 1530 pueden comunicarse con una red central EPC 1540 a través de una interfaz S1. Como otro ejemplo, los gNB y los ng-eNB que comprenden un NG-RAN 1530 pueden comunicarse con una red central 5GC 1530 a través de una interfaz NG.

La red principal 1540 puede comunicarse además con una red de paquetes de datos externa, ilustrada en la Figura 15 como Internet 1550, de acuerdo con varios protocolos e interfaces conocidos por los expertos en la técnica. Muchos otros dispositivos y/o redes también pueden conectarse y comunicarse a través de Internet 1550, como el ejemplo del computador principal 1560. En algunas modalidades de ejemplo, el computador principal 1560 puede comunicarse con el UE 1510 utilizando Internet 1550, la red central 1540 y RAN 1530 como intermediarios. El computador anfitrión 1560 puede ser un servidor (por ejemplo, un servidor de aplicaciones) bajo la propiedad y/o el control de un proveedor de servicios. El computador host 1560 puede ser operada por el proveedor de servicios OTT o por otra entidad en nombre del proveedor de servicios.

Por ejemplo, el computador host 1560 puede proporcionar un servicio de paquetes de datos fuera de serie (OTT) al UE 1510 utilizando las instalaciones de la red central 1540 y RAN 1530, que pueden desconocer el enrutamiento de una comunicación saliente/entrante hacia/desde el computador host 1560. De manera similar, el computador host 1560 puede no ser consciente del enrutamiento de una transmisión desde el computador host al UE, por ejemplo, el enrutamiento de la transmisión a través de RAN 1530. Se pueden proporcionar varios servicios OTT usando la configuración de ejemplo que se muestra en la Figura 15, incluyendo, por ejemplo, transmisión de audio y/o video (unidireccional) desde el computador host al UE, audio y/o video interactivo (bidireccional) entre el computador host y la UE, mensajería interactiva o comunicación social, realidad virtual o aumentada interactiva, *etc.*

La red de ejemplo que se muestra en la Figura 15 también puede incluir procedimientos de medición y/o sensores que monitorean las métricas de rendimiento de la red, incluida la velocidad de datos, la latencia y otros factores que se mejoran mediante las modalidades de ejemplo divulgadas en este documento. La red ejemplar también puede incluir funcionalidad para reconfigurar el enlace entre los extremos (por ejemplo, computador central y UE) en respuesta a variaciones en los resultados de la medición. Tales procedimientos y funcionalidades son conocidos y practicados; si la red oculta o abstrae la interfaz de radio del

proveedor de servicios OTT, las mediciones pueden facilitarse mediante señalización patentada entre el UE y el computador central.

Las modalidades de ejemplo descritas en este documento proporcionan técnicas
5 eficientes para comunicación ultra confiable, de baja latencia (URLLC) mediante la configuración de UE, como UE 1510, para transmitir y/o recibir múltiples versiones de un bloque de datos en un canal de datos físico separado (por ejemplo, PDSCH o PUSCH). De esta manera, la diversidad de PDSCH mediante transmisión multi-TRP a un único UE se puede lograr incluso usando un único PDCCH para transmitir la configuración de las múltiples
10 transmisiones y/o recepciones del bloque de datos. Esto puede aumentar la confiabilidad, reducir la latencia, reducir la probabilidad de bloqueo de PDCCH y/o reducir la complejidad del UE. Cuando se utiliza en UE NR (por ejemplo, UE 1510) y gNB (por ejemplo, gNB que comprenden RAN 1530), las modalidades de ejemplo descritas en este documento pueden proporcionar diversas mejoras, beneficios y/o ventajas que facilitan el uso de servicios de datos
15 (por ejemplo, URLLC) que tienen estrictos requisitos de rendimiento. Como consecuencia, esto mejora el rendimiento de estos servicios según lo experimentan los proveedores de servicios OTT y los usuarios finales, incluidos datos más consistentes y una latencia más baja sin un consumo excesivo de energía del UE u otras reducciones en la experiencia del usuario.

20 Lo anterior simplemente ilustra los principios de la divulgación. Varias modificaciones y alteraciones de las modalidades descritas serán evidentes para los expertos en la técnica a la vista de las enseñanzas del presente documento. Por tanto, se apreciará que los expertos en la técnica podrán idear numerosos sistemas, disposiciones y procedimientos que, aunque no se muestran o describen explícitamente en este documento, incorporan los principios de la
25 divulgación y, por lo tanto, pueden estar dentro del espíritu y alcance de la presente divulgación. Se pueden usar varias modalidades de ejemplo juntas entre sí, así como de manera intercambiable con las mismas, como deben entender los expertos en la técnica.

El término unidad, como se usa en este documento, puede tener un significado convencional en el campo de la electrónica, dispositivos eléctricos y/o dispositivos electrónicos y puede incluir, por ejemplo, circuitos eléctricos y/o electrónicos, dispositivos, módulos, procesadores, memorias, lógica de estado sólido y/o dispositivos discretos, programas informáticos o instrucciones para llevar a cabo las respectivas tareas, procedimientos, cálculos, salidas y/o funciones de visualización, *etc.*, como los que se describen en el presente documento.

Cualquier etapa, método, característica, función o beneficio apropiado divulgado en este documento se puede realizar a través de una o más unidades funcionales o módulos de uno o más aparatos virtuales. Cada aparato virtual puede comprender varias de estas unidades funcionales. Estas unidades funcionales pueden implementarse mediante circuitos de procesamiento, que pueden incluir uno o más microprocesadores o microcontroladores, así como otro hardware digital, que puede incluir Procesador de señales digitales (DSP), lógica digital de propósito especial y similares. El circuito de procesamiento puede configurarse para ejecutar el código de programa almacenado en la memoria, que puede incluir uno o varios tipos de memoria, como Memoria de Solo Lectura (ROM), Memoria de Acceso Aleatorio (RAM), memoria caché, dispositivos de memoria flash, dispositivos de almacenamiento óptico, *etc.* El código de programa almacenado en la memoria incluye instrucciones de programa para ejecutar uno o más protocolos de telecomunicaciones y/o comunicaciones de datos, así como instrucciones para llevar a cabo una o más de las técnicas descritas en este documento. En algunas implementaciones, los circuitos de procesamiento pueden usarse para hacer que la unidad funcional respectiva realice las funciones correspondientes de acuerdo con una o más modalidades de la presente divulgación.

Como se describe en el presente documento, el dispositivo y/o aparato se puede representar mediante un chip semiconductor, un conjunto de chips o un módulo (hardware) que comprende dicho chip o conjunto de chips; sin embargo, esto no excluye la posibilidad de que una funcionalidad de un dispositivo o aparato, en lugar de implementarse en hardware, se

implemente como un módulo de software, como un programa de computador o un producto de programa de computador que comprenda partes de código de software ejecutable para su modalidad o ejecución en un procesador. Además, la funcionalidad de un dispositivo o aparato puede implementarse mediante cualquier combinación de hardware y software. Un dispositivo
5 o aparato también puede considerarse como un conjunto de múltiples dispositivos y/o aparatos, ya sea funcionalmente en cooperación o independientemente entre sí. Además, los dispositivos y aparatos se pueden implementar de forma distribuida en todo el sistema, siempre que se conserve la funcionalidad del dispositivo o aparato. Estos y otros principios similares se consideran conocidos por una persona versada en la materia.

10

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

20

Además, ciertos términos usados en la presente divulgación, incluyendo la especificación y los dibujos, pueden usarse como sinónimos en ciertos casos (por ejemplo, “datos” e “información”). Debe entenderse que, aunque estos términos (y/u otros términos que pueden ser sinónimos entre sí) pueden usarse como sinónimos en el presente documento, puede haber casos en los que se pueda pretender que tales palabras no se usen como sinónimos. Además, en la medida en que el conocimiento de la técnica anterior no se haya incorporado
25 explícitamente por referencia aquí anteriormente, se incorpora aquí explícitamente en su totalidad. Todas las publicaciones a las que se hace referencia se incorporan aquí como referencia en su totalidad.

Las modalidades de las técnicas y aparatos descritos en este documento también incluyen, pero no se limitan a, los siguientes ejemplos enumerados:

1. Un método para recibir una pluralidad de canales, como los canales compartidos físicos de enlace descendente (PDSCH), en el que cada canal lleva una versión de la misma carga útil de datos, pero se transmite en un recurso de frecuencia diferente y/o recurso espacial diferente, opcionalmente por una fuente diferente, como un punto de recepción de transmisión (TRP), en una red de comunicación inalámbrica, opcionalmente, el método comprende uno o más de:
 - 5 recibir, desde la red, tal como a través de un nodo de red, una pluralidad de indicadores, tales como estados del Indicador de Configuración de Transmisión (TCI), asociados con una pluralidad respectiva de fuentes de transmisión, o una indicación de una pluralidad de indicadores;
 - 10 para una o más de la pluralidad de fuentes de transmisión, determinar los parámetros del canal basándose en la recepción de una o más señales de referencia de fuente (RS) identificadas por un indicador o mediante la indicación de la pluralidad de indicadores asociados con la pluralidad de fuentes de transmisión;
 - 20 recibir, a través de uno o más canales, tal como un canal de control de enlace descendente físico (PDCCH), información de configuración para una pluralidad de PDSCH; y
 - 25 con base en los parámetros de canal determinados, recibir la pluralidad de PDSCH de la pluralidad de fuentes de transmisión de acuerdo con la información de configuración.

2. El método de la modalidad 1, en el que cada uno de los RS fuente está asociado con uno diferente de la pluralidad de canales de datos físicos.

3. El método de cualquiera de las modalidades 1-2, en el que la información de configuración identifica recursos para recibir al menos una parte de la pluralidad de canales de datos físicos, por ejemplo, PDSCH, y en el que los recursos identificados están en al menos una de las siguientes dimensiones: tiempo, frecuencia y capa espacial.

4. El método de la modalidad 3, en el que los recursos para al menos dos de los canales de datos físicos, por ejemplo, los PDSCH no se superponen en al menos una de las siguientes dimensiones: frecuencia y capa espacial.

5. El método de cualquiera de las modalidades 3-4, en el que los recursos para al menos dos de los canales de datos físicos, por ejemplo, PDSCH se superpone completamente en frecuencia.

6. El método de la modalidad 5, en el que la información de configuración para el canal de datos físicos completamente superpuesto, por ejemplo, PDSCH incluye además al menos uno de los siguientes:

un conjunto único de puertos de señal de referencia de demodulación (DMRS) para cada canal de datos físicos superpuestos, por ejemplo, PDSCH;
puertos DMRS de un grupo CDM diferente para cada canal de datos físicos superpuestos, por ejemplo, PDSCH; y
una semilla de aleatorización de datos única para cada canal de datos físicos superpuestos, por ejemplo, PDSCH.

7. El método de cualquiera de las modalidades 3-6, en el que:

la información de configuración identifica recursos para recibir el primero de la pluralidad de canales de datos físicos, por ejemplo, PDSCH; y el método comprende además recibir, a través de señalización de capa superior, una identificación de recursos para recibir los restantes de la pluralidad de canales de datos físicos, por ejemplo, PDSCH.

5

8. El método de la modalidad 7, que comprende además determinar el número de canales de datos físicos, por ejemplo, PDSCH que comprende la pluralidad en base a los recursos identificados para recibir el primero de la pluralidad.

10

9. El método de cualquiera de las modalidades 3-8, en el que los recursos identificados para recibir la pluralidad de canales de datos físicos, por ejemplo, PDSCH incluye recursos de tiempo que están ubicados dentro de uno de los siguientes: una pluralidad de franjas y una pluralidad de símbolos OFDM no superpuestos dentro de una franja.

15

10. El método de cualquiera de las modalidades 1-9, en el que la pluralidad de canales de datos físicos, por ejemplo, los PDSCH llevan diferentes versiones de redundancia (RV) de un solo bloque de datos.

20

11. El método de cualquiera de las modalidades 1-10, en el que la información de configuración recibida incluye información que relaciona al menos una parte de la pluralidad de estados de TCI con la pluralidad de PDSCH.

12. El método de la modalidad 11, en el que:

25

la información de configuración recibida incluye información que relaciona el primero de la pluralidad de estados TCI con el primero de la pluralidad de canales de datos físicos, por ejemplo, PDSCH; y

el método comprende además seleccionar, para los otros canales de datos físicos de la pluralidad, por ejemplo, PDSCH, otros estados de la pluralidad de TCI de acuerdo con una regla predeterminada.

- 5 13. El método de la modalidad 12, en el que:

la información que relaciona la pluralidad de estados TCI con la pluralidad de canales de datos físicos, por ejemplo, PDSCH, comprende un campo con una pluralidad de puntos de código;

- 10 cada punto de código asociado con uno de los estados de TCI; y
se usa un subconjunto de la pluralidad de puntos de código para relacionar el primero de la pluralidad de estados TCI con el primero de la pluralidad de canales de datos físicos, por ejemplo, PDSCH.

- 15 14. El método de cualquiera de las modalidades 11-13, que comprende además recibir un mensaje de control que activa al menos un subconjunto de la pluralidad de estados TCI, en el que los parámetros de canal se determinan solo para el subconjunto activado de estados TCI.

- 20 15. El método de la modalidad 14, en el que la información de configuración recibida incluye información que relaciona un subconjunto adicional del subconjunto activado de estados TCI con la pluralidad de canales de datos físicos, por ejemplo, PDSCH.

- 25 16. El método de cualquiera de las modalidades 1-15, en el que al menos dos de los canales de datos físicos, por ejemplo, PDSCH, están en el mismo conjunto de símbolos OFDM en una franja.

17. El método de cualquiera de las modalidades 1-16, en el que la fuente RS para cada canal de datos físicos, por ejemplo, PDSCH, es diferente.

18. Un método para transmitir una pluralidad de canales, tales como canales compartidos de enlace ascendente físico (PUSCH) a una red de comunicación inalámbrica, por ejemplo, a un nodo de red, como un equipo de usuario, en el que cada canal lleva una versión de la misma carga útil de datos, pero se transmite en un recurso de frecuencia diferente y/o en un recurso espacial diferente, se transmite opcionalmente por una fuente diferente, como un punto de recepción de transmisión (TRP),

opcionalmente, el método comprende uno o más de:

10 recibir, desde la red, una pluralidad de indicadores de recursos asociados con una pluralidad respectiva de recursos de transmisión o una indicación de una pluralidad de indicadores de recursos asociados con una pluralidad respectiva de recursos de transmisión;

15 para uno o más de la pluralidad de recursos de transmisión, determinar los parámetros del canal basándose en la transmisión de una o más señales de referencia de fuente (RS) identificadas por el indicador de recursos asociado con el recurso de transmisión;

20 recibir, por ejemplo, a través de un único canal de control de enlace descendente físico, por ejemplo, PDCCH, información de configuración para una pluralidad de canales físicos, por ejemplo, PUSCH; y

basado en los parámetros de canal determinados, transmitir la pluralidad de canales físicos, por ejemplo, PUSCH, utilizando la pluralidad de recursos de transmisión de acuerdo con la información de configuración.

25 19. El método de la modalidad 18, en el que cada uno de los RS fuente está asociado con uno diferente de la pluralidad de canales físicos, por ejemplo, PUSCH.

20. El método de cualquiera de las modalidades 18-19, en el que la información de configuración identifica recursos para transmitir al menos una porción de la pluralidad de

canales físicos, por ejemplo, PUSCH, y donde los recursos identificados están en al menos una de las siguientes dimensiones: tiempo, frecuencia y capa espacial.

21. El método de la modalidad 20, en el que los recursos para al menos dos de los PUSCH
5 no se superponen en al menos una de las siguientes dimensiones: frecuencia y capa espacial.

22. El método de cualquiera de las modalidades 20-21, en el que los recursos para al menos dos de los canales físicos, por ejemplo, PUSCH, se superponen completamente en frecuencia.

10 23. El método de la modalidad 22, en el que la información de configuración para los canales físicos completamente superpuestos, por ejemplo, PUSCH, además incluye al menos uno de los siguientes:

un conjunto único de puertos de señal de referencia de demodulación (DMRS) para cada
15 canal físico superpuesto, por ejemplo, PUSCH;

Puertos DMRS de un grupo CDM diferente para cada canal físico superpuesto, por ejemplo, PUSCH; y

una semilla de aleatorización de datos única para cada canal físico superpuesto, por ejemplo, PUSCH.

20

24. El método de cualquiera de las modalidades 20-23, en el que:

la información de configuración identifica recursos para transmitir el primero de la pluralidad de canales físicos, por ejemplo, PUSCH; y/o

25

el método comprende además recibir, a través de señalización de capa superior, una identificación de recursos para transmitir los restantes de la pluralidad de canales físicos, por ejemplo, PUSCH.

25. El método de la modalidad 24, que comprende además determinar el número de canales físicos, por ejemplo, PUSCH que comprende la pluralidad en base a los recursos identificados para transmitir el primero de la pluralidad.

5 26. El método de cualquiera de las modalidades 20-25, en el que los recursos identificados para transmitir la pluralidad de canales físicos, por ejemplo, PUSCH, incluye recursos de tiempo que están ubicados dentro de uno de los siguientes: una pluralidad de franjas y una pluralidad de símbolos OFDM no superpuestos dentro de una franja.

10 27. El método de cualquiera de las modalidades 18-26, en el que la pluralidad de canales físicos, por ejemplo, PUSCH, llevan diferentes versiones de redundancia (RV) de un solo bloque de datos.

15 28. El método de cualquiera de las modalidades 18-27, en el que la información de configuración recibida incluye información que relaciona al menos una parte de la pluralidad de indicadores de recursos con la pluralidad de canales físicos, por ejemplo, PUSCH.

29. El método de la modalidad 28, en el que:

20 la información de configuración recibida incluye información que relaciona el primero de la pluralidad de indicadores de recursos con el primero de la pluralidad de canales físicos, por ejemplo, PUSCH; y/o
el método comprende además seleccionar, para los otros canales de la pluralidad de canales físicos, por ejemplo, PUSCH, otros de la pluralidad de indicadores de
25 recursos de acuerdo con una regla predeterminada.

30. El método de la modalidad 29, en la que:

la información que relaciona la pluralidad de indicadores de recursos con la pluralidad de canales físicos, por ejemplo, PUSCH, comprende un campo con una pluralidad de puntos de código; y/o

cada punto de código asociado con uno de los indicadores de recursos; y/o

- 5 se usa un subconjunto de la pluralidad de puntos de código para relacionar el primero de la pluralidad de indicadores de recursos con el primero de la pluralidad de canales físicos, por ejemplo, PUSCH.

31. El método de cualquiera de las modalidades 28-30, que comprende además recibir un
10 mensaje de control que activa al menos un subconjunto de la pluralidad de indicadores de recursos, en el que opcionalmente los parámetros de canal se determinan solo para el subconjunto activado de indicadores de recursos.

32. El método de la modalidad 31, en el que la información de configuración recibida
15 incluye información que relaciona un subconjunto adicional del subconjunto activado de indicadores de recursos con la pluralidad de PUSCH.

33. El método de cualquiera de las modalidades 18-32, en el que al menos dos de los canales físicos, por ejemplo, PUSCH, están en el mismo conjunto de símbolos OFDM en una franja.

20

34. El método de cualquiera de las modalidades 18-33, en el que la fuente RS para cada canal físico, por ejemplo, PUSCH, es diferente.

35. Un método, por ejemplo, para transmitir una pluralidad de canales físicos, por ejemplo, PD SCH a un equipo de usuario único (UE), en el que cada canal físico lleva una versión de la
25 misma carga útil de datos, pero es transmitido por una fuente diferente en una red de comunicación inalámbrica, el método comprende uno o más de:

transmitir, al UE, una pluralidad de indicadores o una indicación de una pluralidad de indicadores, por ejemplo, estados del Indicador de Configuración de Transmisión (TCI), asociados con una pluralidad respectiva de fuentes de transmisión;

5 para cada una de la pluralidad de fuentes de transmisión, transmitir una o más señales de referencia de fuente (RS) identificadas por el indicador, por ejemplo, estado de TCI asociado con la fuente de transmisión;

transmitir, al UE, por ejemplo, a través de un solo canal físico, por ejemplo (PDCCH), información de configuración para una pluralidad de canales de datos físicos, por ejemplo, PDSCH para ser transmitido al UE; y

10 transmitir la pluralidad de canales de datos físicos, por ejemplo, PDSCH de la pluralidad de fuentes de transmisión de acuerdo con la información de configuración.

36. Un método, por ejemplo, para recibir una pluralidad de canales físicos, por ejemplo PUSCH, desde un equipo de usuario único (UE), en el que cada canal físico, por ejemplo

15 PUSCH, lleva una versión de la misma carga útil de datos pero se transmite usando diferentes recursos, el método comprende uno o más de:

transmitir, al UE, una indicación de una pluralidad de indicadores de recursos asociados con una pluralidad respectiva de recursos de transmisión;

20 para cada uno de la pluralidad de recursos de transmisión, determinar los parámetros del canal basándose en la recepción de una o más señales de referencia de fuente (RS) identificadas por el indicador de recursos asociado con el recurso de transmisión particular;

transmitir, al UE, por ejemplo, a través de un solo canal físico, por ejemplo, PDCCH,

25 información de configuración para una pluralidad de canales de datos físicos, por ejemplo, PUSCH para ser transmitido por el UE; y

basándose en los parámetros de canal determinados, recibir la pluralidad de canales de datos físicos, por ejemplo, PUSCH, utilizando la pluralidad de recursos de transmisión de acuerdo con la información de configuración.

37. Un equipo de usuario (UE), por ejemplo, configurado para recibir una pluralidad de canales físicos, por ejemplo, PDSCH, en los que cada canal físico, por ejemplo, PDSCH, lleva una versión de la misma carga útil de datos, pero es transmitida por una fuente diferente en una red de comunicación inalámbrica, el UE comprende uno o más de:

circuitos de comunicación configurados para comunicarse con la red de comunicación inalámbrica; y

10 circuitos de procesamiento asociados operativamente con los circuitos de comunicación y configurados para realizar operaciones correspondientes a los métodos de cualquiera de las modalidades de ejemplo 1-17.

38. Un equipo de usuario (UE), por ejemplo, configurado para transmitir una pluralidad de canales físicos, por ejemplo, canales físicos compartidos de enlace ascendente (PUSCH), en los que cada canal físico, por ejemplo, PUSCH, lleva una versión de la misma carga útil de datos, pero se transmite usando diferentes recursos, el UE comprende:

circuitos de comunicación configurados para comunicarse con la red de comunicación inalámbrica; y

20 circuitos de procesamiento asociados operativamente con los circuitos de comunicación y configurados para realizar operaciones correspondientes a los métodos de cualquiera de las modalidades ejemplares 18-34.

39. Una red de acceso por radio (RAN), por ejemplo, dispuesta para transmitir una pluralidad de canales físicos, por ejemplo, canales compartidos de enlace descendente físico (PDSCH), a un equipo de usuario único (UE), en el que cada canal físico, por ejemplo, PDSCH, lleva una versión de la misma carga útil de datos, pero es transmitida por una fuente diferente en la RAN, la RAN comprende:

circuitos de comunicación configurados para comunicarse con el UE; y
circuitos de procesamiento asociados operativamente con los circuitos de comunicación
y configurados para realizar operaciones correspondientes a los métodos de la
modalidad 35.

5

40. Una red de acceso por radio (RAN), por ejemplo, dispuesta para recibir una pluralidad
de canales físicos, por ejemplo, canales compartidos de enlace ascendente físico (PUSCH),
desde un equipo de usuario único (UE), en el que cada canal físico, por ejemplo, PUSCH, lleva
una versión de la misma carga útil de datos, pero se transmite usando diferentes recursos, la

10 RAN comprende:

circuitos de comunicación configurados para comunicarse con el UE; y
circuitos de procesamiento asociados operativamente con los circuitos de comunicación
y configurados para realizar operaciones correspondientes a los métodos de la
modalidad 36.

15

41. Un medio legible por computador no transitorio que almacena instrucciones ejecutables
por computador que, cuando son ejecutadas por al menos un procesador de un equipo de usuario
(UE), configura el UE para realizar operaciones correspondientes a los métodos de cualquiera
de las modalidades de ejemplo 1- 34.

20

42. Un medio legible por computador no transitorio que almacena instrucciones ejecutables
por computador que, cuando son ejecutadas por al menos un procesador que comprende una
red de acceso por radio (RAN), configura la RAN para realizar operaciones correspondientes a
los métodos de cualquiera de las modalidades de ejemplo 35 -36.

25

Además, las modalidades de la presente divulgación incluyen, pero no se limitan a, los
siguientes ejemplos, que se dividen en grupo A (“recibir”) y grupo B (“transmitir”). Aunque lo

siguiente se refiere a “TCI” y “SRI”, estos son simplemente ejemplos y también pueden ser indicadores diferentes, como reconocen los expertos en la técnica.

Grupo A

- 5 Un UE, opcionalmente configurado por la red para **recibir** múltiples PDSCH (u otros canales similares), donde, cada uno de los múltiples PDSCH es (o comprende) una repetición de la misma carga útil de datos y donde, opcionalmente, el DMRS (u otra señal de referencia similar) para cada PDSCH es QCL con un RS fuente configurado o un par de RS fuente. Es posible que se apliquen además una o más de las siguientes características:
- 10
- Donde al menos dos de los PDSCH están en el mismo conjunto de símbolos OFDM en una franja
 - Donde la fuente RS (s) para cada PDSCH es diferente
 - Donde se recibe la configuración mediante un mensaje DCI (u otro mensaje de enlace descendente)
- 15
- Donde la configuración es recibida por un mensaje RRC
 - Donde la configuración contiene la asignación de recursos para cada uno de los múltiples PDSCH
 - Donde la configuración también incluye una repetición en el tiempo, en múltiples
- 20
- frangas y/o en múltiples transmisiones dentro de una franja en símbolos OFDM que no se superponen (cubre el caso de repetición de mini frangas)
 - Donde al menos dos PDSCH no se superponen en frecuencia (FDM)
 - Donde al menos dos PDSCH se superponen completamente en frecuencia (repetición espacial)
- 25
- En cuyo caso, cada uno de los PDSCH superpuestos se configura con un conjunto único de puertos DMRS (para mantener la ortogonalidad de los puertos DMRS)

- En cuyo caso cada uno de los PDSCH superpuestos se configuran con los puertos DMRS de un grupo CDM diferente
- En cuyo caso, cada uno de los PDSCH superpuestos se configura mediante una semilla de aleatorización de datos única

5

- Donde cada PDSCH se codifica usando un RV diferente
- Donde la fuente RS (s) para cada PDSCH se obtiene asociando cada PDSCH con un estado TCI de un conjunto de estados TCI

10

- Donde para cada PDSCH se selecciona un estado TCI diferente del conjunto de manera cíclica
- Donde el estado de TCI a usar para un PDSCH es dado por DCI y el TCI a usar para el otro PDSCH del conjunto de estados de TCI, están dados por una regla predeterminada

15

- Cuando un subconjunto de los valores de puntos de código en el campo TCI en DCI se usa para indicar el estado de TCI que se usará para un PDSCH y el otro PDSCH del conjunto de estados de TCI están dados por una regla predeterminada

20

- Donde cada estado TCI en el conjunto es un estado TCI activo, activado por MAC CE

25

- Donde el conjunto de estados de TCI está configurado por señalización de capa superior entre la red y el UE
- Donde el conjunto de estados de TCI está configurado por señalización de capa superior entre la red y el UE y donde DCI selecciona qué estados de TCI se utilizan para la transmisión
- Donde los recursos de frecuencia ocupados por cada PDSCH están configurados por señalización de capa superior entre la red y el UE

- En el que los recursos de frecuencia se pueden configurar para que se superpongan
 - Donde el número de PDSCH en la franja está determinado por DCI
- 5
- Donde solo la asignación de recursos para un PDSCH se indica en DCI y la asignación de recursos del PDSCH restante en la franja está determinada y preconfigurada por señalización de capa superior
 - Cuando el número de PDSCH (s) está implícito, dependiendo de uno o más de los BW programados del PDSCH indicados por DCI, el ancho de banda de la portadora y el ancho de banda de la parte del ancho de banda.
- 10
- Donde el número de transmisiones PDSCH en una repetición y los recursos de tiempo y frecuencia asociados, estados de TCI o TRP, versiones de redundancia y puertos DMRS son configurados conjuntamente por RRC y se indican dinámicamente en el DCI.
- 15

Grupo B

- Un UE, configurado opcionalmente por la red para **transmitir** múltiples PUSCH (u otros canales similares), donde, opcionalmente, cada uno de los múltiples PUSCH es (o comprende) una repetición de la misma carga útil de datos y, opcionalmente, donde el DMRS (u otra señal de referencia) para cada PUSCH tienen una relación espacial con una fuente RS. Opcionalmente, también se pueden aplicar una o más de las siguientes características:
- 20
- Donde al menos dos de los PUSCH están en el mismo conjunto de símbolos OFDM en una franja
 - Donde la fuente RS para cada PUSCH es diferente
 - Donde se recibe la configuración mediante un mensaje DCI (u otro mensaje de enlace descendente)
- 25

- Donde la configuración es recibida por un mensaje RRC
- Donde la configuración contiene la asignación de recursos para cada uno de los múltiples PUSCH
- 5 • Donde la configuración también incluye una repetición en el tiempo, en múltiples franjas y/o en múltiples transmisiones dentro de una franja en símbolos OFDM que no se superponen (cubre el caso de repetición de mini franjas)
- Donde al menos dos PUSCH no se superponen en frecuencia (FDM)
- Cuando al menos dos PUSCH se superponen completamente en frecuencia (repetición espacial), pueden aplicarse uno o más de los siguientes:
 - 10 ○ En cuyo caso, cada uno de los PUSCH superpuestos se configura con un conjunto único de puertos DMRS (para mantener la ortogonalidad de los puertos DMRS)
 - En cuyo caso cada uno de los PUSCH superpuestos se configuran puertos DMRS de un grupo CDM diferente
 - 15 ○ En cuyo caso, cada uno de los PUSCH superpuestos se configura mediante una semilla de aleatorización de datos única
- Donde cada PUSCH está codificado usando un RV diferente
- 20 • Cuando la fuente RS para cada PUSCH se obtiene asociando cada PUSCH con un estado SRI de un conjunto de SRI, pueden aplicarse uno o más de los siguientes:
 - Donde para cada PUSCH se selecciona un SRI diferente del conjunto de manera cíclica
 - 25 ○ Cuando el SRI que se debe usar para un PUSCH lo proporciona la DCI y el SRI que se debe usar para el otro PUSCH del conjunto de SRI, se dan mediante una regla predeterminada

- Donde el conjunto de estados SRI está configurado por señalización de capa superior entre la red y el UE
- Donde el conjunto de SRI está configurado por señalización de capa superior entre la red y el UE y donde DCI selecciona más abajo qué SRI se usa para la transmisión
- 5 • Donde los recursos de frecuencia ocupados por cada PUSCH están configurados por señalización de capa superior entre la red y el UE
 - En el que los recursos de frecuencia se pueden configurar para que se superpongan
- 10 • Donde el número de PUSCH en la franja lo determina DCI
 - Donde solo la asignación de recursos para un PUSCH se indica en DCI y la asignación de recursos del PUSCH restante en la franja está determinada y
 - 15 preconfigurada por señalización de capa superior
 - Donde el número de para PUSCH (s) está implícito, dependiendo del BW programado del PUSCH indicado por DCI