

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 988 380**

51 Int. Cl.:

H04L 5/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.03.2021 PCT/EP2021/056269**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.09.2021 WO21180897**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.03.2021 E 21711856 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.07.2024 EP 4118779**

54 Título: **Métodos y aparatos para un canal físico compartido de enlace ascendente para comunicaciones multipunto de transmisión-recepción en una red de comunicaciones inalámbricas**

30 Prioridad:

11.03.2020 EP 20162487

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

20.11.2024

73 Titular/es:

**FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR
FÖRDERUNGDER ANGEWANDTEN FORSCHUNG
E.V. (100.0%)
Hansastraße 27c
80686 München, DE**

72 Inventor/es:

**GROSSMANN, MARCUS;
LANDMANN, MARKUS y
VARATHARAAJAN, SUTHARSHUN**

74 Agente/Representante:

FERNÁNDEZ POU, Felipe

ES 2 988 380 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Métodos y aparatos para un canal físico compartido de enlace ascendente para comunicaciones multipunto de transmisión-recepción en una red de comunicaciones inalámbricas

5
Campo técnico

La presente descripción se refiere al campo de las comunicaciones inalámbricas, y en particular a métodos y aparatos para programar las transmisiones de canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH) en una red de comunicaciones inalámbricas tal como 5G.

Antecedentes

15 Las transmisiones inalámbricas desde múltiples puntos de transmisión-recepción (TRP) a un equipo de usuario (UE) o desde un solo UE a múltiples TRP ayudan a mejorar la cobertura, la fiabilidad y el rendimiento de las transmisiones. Un TRP puede referirse a una estación base y una o más estaciones base pueden estar asociadas con un nodo de red (por ejemplo, gNodoB o gNB). Un TRP también puede referirse a un panel de antena. Por ejemplo, una estación base puede estar equipada con dos paneles, donde cada panel puede corresponder a un TRP.

20 El proyecto de asociación de tercera generación, versión 16 (3GPP Rel. 16), especifica métodos para transmisiones de múltiples TRP en el enlace descendente, mientras que solo son posibles transmisiones de un único TRP en el enlace ascendente. De manera similar a las transmisiones de múltiples TRP en el enlace descendente, la cobertura, la fiabilidad y el rendimiento de la transmisión también se pueden mejorar en el enlace ascendente mediante la transmisión a múltiples TRP. Los problemas a la hora de programar transmisiones de múltiples TRP en el enlace ascendente (UL) son marcadamente diferentes de los que se enfrentan en las transmisiones de múltiples TRP en el descendente (DL). Mientras que en el DL es un escenario de transmisión no coherente, en el enlace ascendente es un escenario de recepción no coherente. Algunos de los problemas a tener en cuenta en la programación de transmisiones UL de múltiples TRP son los siguientes: indicación de puerto o puertos de antena en el UE, control de potencia para las transmisiones UL, uso de recursos de tiempo-frecuencia, métodos de multiplexación a utilizar y gestión del haz, entre otros.

30 En frecuencias de onda milimétrica (mmWave) (rango 2 de frecuencias (FR2)), es decir, frecuencias superiores a 6 GHz, en general, la comunicación inalámbrica entre dispositivos de comunicación se realiza con transmisiones y recepciones espacialmente selectivas/directivas llamadas haces. Por lo tanto, la gestión del haz es un marco vital para el establecimiento, la adaptación y la recuperación del enlace en FR2.

40 En 3GPP Re. 16, la gestión del haz en el enlace ascendente (UL) se maneja por separado para varios canales UL y señales de referencia UL. Las funcionalidades del marco de gestión de haz UL se distribuyen en tres capas de comunicación: la capa física (PHY) [1-4], la capa de control de acceso al medio (MAC) [5] y la capa de control de recursos de radio (RRC) [6]. Para permitir una transmisión de enlace ascendente con formación de haces entre un UE y un nodo de red de radio (gNB), la gestión del haz realiza dos tareas: indicación de la dirección del haz para la transmisión de UL e indicación de los ajustes de potencia de transmisión asociados con ella. Las dos tareas se manejan de diferentes maneras para el canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH), el canal físico de control de enlace ascendente (PUCCH) y la señal de referencia de sondeo (SRS).

50 Por otra parte, en el enlace descendente (DL), se le deben dar al UE directivas para derivar varios parámetros tales como dispersión de retardo, retardo promedio, Doppler y dirección del haz Rx para la recepción de un canal DL o señal de referencia (RS). El documento EP3454474A1 da a conocer un método y un aparato para el uso de canales en espectro sin licencia considerando la transmisión con formación de haces en un sistema de comunicación inalámbrica. El documento US20190174466A1 se relaciona con configuraciones de señales de referencia de información de estado de canal, configuraciones de señales de referencia de sondeo y señalización de control para múltiples entradas y múltiples salidas de enlace ascendente.

55 El término "haz" se utiliza a continuación para indicar una transmisión espacialmente selectiva/directiva de una señal saliente o una recepción de una señal entrante que se logra codificando previamente/filtrando la señal en los puertos de antena del dispositivo con un conjunto particular de coeficientes. Las palabras precodificación o filtrado pueden referirse al procesamiento de la señal en el dominio analógico o digital. El conjunto de coeficientes utilizado para dirigir espacialmente una transmisión/recepción en una dirección determinada puede diferir de una dirección a otra. El término "haz de Tx" indica una transmisión espacialmente selectiva/directiva y el término "haz de Rx" indica una recepción espacialmente selectiva/directiva. El conjunto de coeficientes utilizado para codificar previamente/filtrar la transmisión o recepción se denomina "filtro espacial". El término "filtro espacial" se utiliza indistintamente con el término "dirección del haz" en este documento, ya que los coeficientes del filtro espacial determinan la dirección a la que se dirige, espacialmente, una transmisión/recepción.

65 La "relación espacial" para un canal UL "Uc" o RS "Ur" con respecto a o con referencia a una señal de referencia

DL o UL (RS) "R" significa que el UE utiliza el filtro espacial utilizado para recibir o transmitir la RS "R" para transmitir el canal UL "Uc" o RS "Ur", o significa que el UE utiliza el filtro espacial utilizado para recibir o transmitir la RS "R" como referencia para determinar el filtro espacial utilizado para transmitir el canal UL "Uc" o RS "Ur".

- 5 El término "capa superior" a continuación, cuando se utiliza de forma aislada, indica cualquier capa de comunicación por encima de la capa física en la pila de protocolos.

10 Los términos celda de servicio y componente portadora (CC) pueden utilizarse indistintamente en esta descripción como una celda de servicio configurada para un UE y normalmente es una portadora física separada con una determinada frecuencia portadora. Dependiendo de la frecuencia de una portadora de componentes/celda de servicio, el tamaño de la celda y las señales de referencia formadas por haz pueden variar.

15 A continuación, se presenta el estado de la técnica (SoTA) sobre los canales DL, los SRS y los PUSCH. A continuación se analizan los problemas que se deben tener en cuenta para programar transmisiones PUSCH a múltiples TRP, seguidos de las soluciones para abordar los problemas en cuestión.

Indicación de la configuración de transmisión de enlace descendente

20 El canal físico de control de enlace descendente (PDCCH) y el canal físico compartido de enlace descendente (PDSCH) transportan información de control de DL y datos de DL, respectivamente, a un UE [1-6].

25 El PDCCH está configurado en el nivel de la capa de control de recursos de radio (RRC) por una estación base o un nodo de red o un gNodoB (gNB). El gNB transmite el o los PDCCH en uno o más conjuntos de recursos de control (CORESET) que se configuran en el nivel RRC. Un CORESET es un conjunto de bloques de recursos que transportan información de control. Cada CORESET comprende uno o más PDCCH, cada uno vinculado a una configuración de espacio de búsqueda. El UE monitoriza los espacios de búsqueda configurados para obtener los PDCCH. Un PDCCH es, bien parte de un espacio de búsqueda común (CSS), o bien, de un espacio de búsqueda específico de UE (USS). Los PDCCH que pertenecen al CSS generalmente contienen información que el gNB transmite a todos los UE, como información del sistema transmitida o información de búsqueda. Los PDCCH que pertenecen a un USS contienen información específica del UE, tal como la información de control de enlace descendente (DCI) para programar un activador PDSCH o PUSCH o SRS, etc.

35 Debería observarse que los términos PDCCH y DCI pueden utilizarse indistintamente en esta descripción. Ambos términos se refieren a una información del canal de control de enlace descendente obtenida a través de la capa física.

40 Las señales de referencia de demodulación (DMRS) se incorporan para la demodulación coherente del PDCCH/PDSCH en el UE. La DMRS consta de un conjunto de puertos DMRS. En el caso del PDSCH el número de puertos DMRS determina el número de capas de transmisión contenidas en un PDSCH. La DMRS se utiliza para la estimación de canal en el UE para demodular, coherentemente, el PDSCH o el o los PDCCH. En el caso del PDCCH, uno o más de ellos pueden transmitirse en un CORESET. Por lo tanto, la DMRS para la demodulación coherente del o de los PDCCH en el CORESET puede incorporarse a través del o de los PDCCH transmitidos en el CORESET.

45 Señales de referencia de sondeo (SRS)

50 Las señales de referencia de sondeo (SRS), como sugiere el nombre, se utilizan para sondear el canal UL. La unidad básica de las SRS es un recurso SRS. Un recurso SRS es un patrón específico de símbolos de referencia en tiempo, frecuencia y código transmitidos por todos o un subconjunto de los puertos de antena del UE en el UL para sondear el canal UL. El gNB configura el UE a través del RRC con uno o más conjuntos de recursos SRS, y cada conjunto de recursos SRS consta de uno o más recursos SRS. Los elementos de información (IE) RRC que configuran el conjunto de recursos SRS y el recurso SRS con SRS-SpatialRelationInfo se muestran en la figura 1 y en la figura 2, respectivamente [6].

55 Como se indica en la configuración del conjunto SRS proporcionada en la figura 1, el parámetro "uso" indica el propósito para el cual se utiliza el SRS:

60 1) Uso = codebook (libro de códigos): para sondear el canal UL antes de que el UE realice una transmisión PUSCH basada en libro de códigos.

2) Uso = "non-codebook" (sin libro de códigos): para sondear el canal UL antes de que el UE realice una transmisión PUSCH no basada en libro de códigos.

65 3) Uso = "beamManagement" (gestión de haces): para sondear el canal UL con recursos SRS con formación de haces para identificar haces UL adecuados.

4) Uso = "antennaSwitching" (cambio de antena): para sondear el canal UL para obtener información del canal DL.

5 En el caso de transmisiones SRS basadas y no basadas en libro de códigos, el gNB mide el recurso o recursos SRS y proporciona información de precodificación digital/selección de puerto al UE para la siguiente transmisión PUSCH. En el caso del SRS "beamManagement", el UE forma el haz del SRS en varias direcciones para que el gNB determine los haces UL adecuados. El haz o haces seleccionados se utilizan para indicar la relación espacial, es decir, la dirección del haz para PUCCH y/o PUSCH y/u otros recursos SRS (el parámetro "spatialRelationInfo" contiene el RS utilizado para indicar el RS utilizado como relación espacial para el recurso SRS que puede ser una señal de referencia de información de estado del canal - CSI-RS, bloque de señal de sincronización - SSB o SRS). El SRS "antennaSwitching" se utiliza para explotar la reciprocidad del canal y obtener información de DL del canal a través del sondeo de UL para que el gNB pueda codificar previamente transmisiones DL con CSI más preciso.

15 Canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH)

20 La o las transmisiones PUSCH desde un UE pueden ser programadas dinámicamente por un nodo de red a través de una concesión UL indicada en el PDCCH o programadas de forma semipersistente/estática con la concesión configurada de capa superior configuredGrantConfig. La transmisión PUSCH de tipo 1 de concesión configurada está configurada de forma semiestática para funcionar tras la recepción de un parámetro de capa superior de configuredGrantConfig que incluye rrc-ConfiguredUplinkGrant sin la detección de una concesión UL en el PDCCH. La transmisión PUSCH de tipo 2 de concesión configurada está programada de forma semipersistente por una concesión UL en una DCI/PDCCH de activación válida [3] después de la recepción del parámetro de capa superior configuredGrantConfig que no incluye rrc-ConfiguredUplinkGrant [4].

25 La configuración de capa superior del PUSCH y el configuredGrantConfig según las especificaciones de nueva radio (NR) se muestran a continuación:

30 Configuración de capa superior de PUSCH [6]

PUSCH-Config ::=	SEQUENCE {	
dataScramblingIdentityPUSCH	INTEGER (0..1023)	OPTIONAL, -- Need S
txConfig	ENUMERATED {codebook, nonCodebook}	OPTIONAL, -- Need S
dmrs-UplinkForPUSCH-MappingTypeA	SetupRelease {DMRS-UplinkConfig}	OPTIONAL, -- Need M
dmrs-UplinkForPUSCH-MappingTypeB	SetupRelease {DMRS-UplinkConfig}	OPTIONAL, -- Need M
pusch-PowerControl	PUSCH-PowerControl	OPTIONAL, -- Need M
frequencyHopping	ENUMERATED {intraSlot, interSlot}	OPTIONAL, -- Need S
frequencyHoppingOffsetLists	SEQUENCE (SIZE (1..4)) OF INTEGER (1.. maxNrofPhysicalResourceBlocks1)	OPTIONAL, -- Need M
resourceAllocation	ENUMERATED {resourceAllocationType0, resourceAllocationType1,dynamicSwitch},	
pusch-TimeDomainAllocationListSetupRelease	{PUSCH-TimeDomainResourceAllocationList}	OPTIONAL, -- Need M
pusch-AggregationFactor	ENUMERATED {n2,n4,n8}	OPTIONAL, -- Need S
mcs-Table	ENUMERATED {qam256, qam64LowSE}	OPTIONAL, -- Need S
mcs-TableTransformPrecoder	ENUMERATED {qam256, qam64LowSE}	OPTIONAL, -- Need S
transformPrecoder	ENUMERATED {enabled, disabled}	OPTIONAL, -- Need S
codebookSubset	ENUMERATED {fullyAndPartialAndNonCoherent, partialAndNonCoherent, nonCoherent}	OPTIONAL, -- Cond codebookBased
maxRank	INTEGER (1..4)	OPTIONAL, -- Cond codebookBased
rbg-Size	ENUMERATED { config2}	OPTIONAL, -- Need S
uci-OnPUSCH	SetupRelease { UCI-OnPUSCH}	OPTIONAL, -- Need M
tp-pi2BPSK	ENUMERATED {enabled}	OPTIONAL, -- Need S
....		
}		
UCI-OnPUSCH ::=	SEQUENCE {	
betaOffsets	CHOICE {	
dynamic	SEQUENCE (SIZE (4)) OF BetaOffsets,	
semiStatic	BetaOffsets	
}		OPTIONAL, -- Need M
scaling	ENUMERATED { f0p5, f0p65, f0p8, f1 }	
}		

Configuración superior de configuredGrantConfig [6]

ConfiguredGrantConfig ::=	SEQUENCE {		
frequencyHopping	ENUMERATED {intraSlot, interSlot}	OPTIONAL, -- Need S	
cg-DMRS-Configuration	DMRS-UplinkConfig,		
mcs-Table	ENUMERATED {qam256, qam64LowSE}	OPTIONAL, -- Need S	
mcs-TableTransformPrecoder	ENUMERATED {qam256, qam64LowSE}	OPTIONAL, -- Need S	
uci-OnPUSCH	SetupRelease {CG-UCI-OnPUSCH}	OPTIONAL, -- Need M	
resourceAllocation	ENUMERATED{resourceAllocationType0, resourceAllocationType1, dynamicSwitch}, ENUMERATED {config2}	OPTIONAL, -- Need S	
powerControlLoopToUse	ENUMERATED {n0, n1},		
p0-PUSCH-Alpha	P0-PUSCH-AlphaSetId,		
transformPrecoder	ENUMERATED {enabled, disabled}	OPTIONAL, -- Need S	
nrofHARQ-Processes	INTEGER(1..16),		
repK	ENUMERATED {n1, n2, n4, n8},		
repK-RV	ENUMERATED {s1-0231, s2-0303, s3-0000}	OPTIONAL, -- Need R	
periodicity	ENUMERATED {sym2, sym7, sym1x14, sym2x14, sym4x14, sym5x14, sym8x14, sym10x14, sym16x14, sym20x14, sym32x14, sym40x14, sym64x14, sym80x14, sym128x14, sym160x14, sym256x14, sym320x14, sym512x14, sym640x14, sym1024x14, sym1280x14, sym2560x14, sym5120x14, sym6, sym1x12, sym2x12, sym4x12, sym5x12, sym8x12, sym10x12, sym16x12, sym20x12, sym32x12, sym40x12, sym64x12, sym80x12, sym128x12, sym160x12, sym256x12, sym320x12, sym512x12, sym640x12, sym1280x12, sym2560x12},		
configuredGrantTimer	INTEGER (1..64)	OPTIONAL, -- Need R	
rrc-ConfiguredUplinkGrant	SEQUENCE {		
timeDomainOffset	INTEGER (0..5119),		
timeDomainAllocation	INTEGER (0..15),		
frequencyDomainAllocation	BIT STRING (SIZE(18)),		
antennaPort	INTEGER (0..31),		
dmrs-SeqInitialization	INTEGER (0..1)	OPTIONAL, -- Need R	
precodingAndNumberOfLayers	INTEGER (0..63),		
srs-ResourceIndicator	INTEGER (0..15)	OPTIONAL, -- Need R	
mcsAndTBS	INTEGER (0..31),		
frequencyHoppingOffset	INTEGER (1.. maxNrofPhysicalResourceBlocks-1)	OPTIONAL, -- Need R	
pathlossReferenceIndex	INTEGER (0.. maxNrofPUSCH-PathlossReferenceRSs-1),	OPTIONAL, -- Need R	
}			
CG-UCI-OnPUSCH ::= CHOICE {			
Dynamic	SEQUENCE (SIZE (1..4)) OF BetaOffsets,		
semiStatic	BetaOffsets}		

5 Como se ha mencionado anteriormente, los términos PDCCH o DCI pueden utilizarse indistintamente en la presente memoria para indicar la información de control en el enlace descendente obtenida a través de la capa física.

10 El modo de transmisión del PUSCH está determinado por el parámetro de capa superior "txConfig". El parámetro se puede configurar como "libro de códigos" o "sin libro de códigos" o es posible que no se configure. Cuando el PUSCH se programa a través del PDCCH, se pueden utilizar dos formatos diferentes de información de control de enlace descendente (DCI) en el PDCCH de programación - formato DCI 0_0 o formato DCI 0_1. Las transmisiones PUSCH basadas y no basadas en libro de códigos se programan utilizando el formato DCI 0_1 [4], cuando se programan a través del PDCCH. Cuando no se configura "txConfig", el UE no espera que el PUSCH se

programe utilizando el formato DCI 0_1. Cuando el PUSCH está programado con el formato DCI 0_0, el UE utiliza un único puerto para la transmisión PUSCH [4].

5 La siguiente secuencia de eventos puede ocurrir en la programación de un PUSCH en modo con libro de códigos o sin libro de códigos (las acciones realizadas por el UE se configuran a través de un nodo de red):

10 0) Una etapa opcional "0" puede ocurrir en ciertos UE: los UE utilizan el SRS de gestión de haces para el sondeo del canal UL con ambos TRP y determinan direcciones de haz adecuadas para ambos TRP. Esta etapa puede ser requerida por UE sin correspondencia de haz para alinear los haces DL y UL. Un UE puede indicar que satisface la correspondencia del haz cuando es capaz de alinear una dirección del haz en el UL basándose únicamente en mediciones de DL [7-8]. Un UE no satisface la correspondencia del haz cuando necesita un sondeo de UL para alinear el haz UL.

15 1) El UE transmite un conjunto de recursos SRS configurado como "libro de códigos" o "sin libro de códigos" para sondear el canal entre el UE y la estación base/TRP (que también puede corresponder a un gNB). A los recursos SRS en el conjunto de recursos se les asignan las relaciones espaciales apropiadas (pueden tomarse prestadas de las direcciones del haz obtenidas del sondeo SRS en la etapa 0). Además, al conjunto de recursos SRS se le asigna una referencia de pérdida de trayectoria RS que está asociada con el TRP/gNB.

20 2) El nodo de red programa el PUSCH indicando uno o más recursos SRS del conjunto de recursos SRS utilizado en el sondeo de UL en la etapa 1 para indicar la transmisión del PUSCH. En la descripción, el conjunto de recursos SRS puede denominarse "conjunto de recursos SRS asociado con la programación PUSCH" o simplemente "conjunto de recursos SRS asociado".

25 Al programar el PUSCH, es necesario indicar varios parámetros de transmisión ya sea en la concesión de capa superior o en el DCI/PDCCH que programa el PUSCH o a través de otra señalización de capa superior. A continuación se analizan brevemente algunos de los parámetros de transmisión:

Versión de redundancia

30 El PUSCH se transmite en unidades de bloque de transporte - un bloque de transporte (TB) es un bloque de B bits recibidos por la capa física desde la capa superior para su transmisión. Los valores permitidos para B se proporcionan en [4]. Al bloque de transporte se le añade un conjunto de L bits de paridad de verificación de redundancia cíclica (CRC). El tamaño del TB junto con la CRC es por lo tanto $B_{tot} = B + L$. A continuación, se realiza la codificación de canal que utiliza la codificación de verificación de paridad de baja densidad (LDPC) en los bits B_{tot} del PUSCH y los bits codificados se procesan mediante un comparador de tasa de modo que la cantidad de bits codificados pueda coincidir con una tasa de código predeterminada para el PUSCH. El comparador de tasa esencialmente perfora ciertos bits del flujo de bits para que coincidan con una tasa de código dada. El patrón de los bits perforados o el conjunto de bits seleccionados por el comparador de tasa está determinado por la "versión de redundancia". La versión de redundancia que se ha de aplicar para un TB PUSCH se indica en el PDCCH o en la concesión de capa superior que programa el PUSCH. La codificación y la coincidencia de tasa pueden dividir el TB entrante (junto con los bits de paridad CRC correspondientes) en uno o más bloques de código según el tamaño del TB entrante. Las salidas del codificador y del comparador de tasa para los bloques de código segmentados de un determinado bloque de transporte se concatenan en una "contraseña". Por lo tanto, el bloque de transporte es el flujo de bits en la entrada del módulo codificador-comparador de tasa y la salida del módulo es la contraseña. A continuación, la contraseña se codifica, se modula con un orden de modulación determinado y se asigna a un número determinado de capas antes de la transmisión [1-4].

50 Al programar la transmisión de un TB PUSCH, el UE indica un ID de proceso de solicitud de repetición automática híbrida (HARQ). El ID de proceso se utiliza como identificación del TB. Los acuses de recibo del TB enviados por el UE o las retransmisiones del bloque de transporte programadas por el gNB están asociados al ID del proceso HARQ. Los acuses de recibo y las retransmisiones ayudan a mejorar la fiabilidad del PUSCH. La versión redundante también tiene un papel crucial en la fiabilidad del PUSCH. Cuando se transmite un bloque de transporte PUSCH y se decodifica incorrectamente en la estación base/TRP o gNB, la estación base/TRP o gNB puede indicar, utilizando el ID de proceso HARQ correspondiente, la retransmisión del PUSCH aplicada con una versión de redundancia diferente con respecto a la primera transmisión del PUSCH. Al recibir la segunda transmisión del PUSCH con una versión de redundancia diferente, el gNB puede combinar los dos PUSCH de manera apropiada para la decodificación del PUSCH. La diversidad proporcionada por los diferentes canales para las dos transmisiones proporciona una SNR mejorada para la decodificación del canal.

Puertos de antena, puertos DMRS, precodificación y número de capas

65 Se definen diferentes tipos de puertos de antena en el UE para la transmisión PUSCH. Los puertos DMRS en el UE se utilizan para indicar la correspondencia del flujo de datos en capas de datos para la transmisión, es decir, el número de puertos DMRS utilizados para una transmisión indica las capas espaciales utilizadas para la

transmisión. Los puertos DMRS utilizados para una transmisión PUSCH se indican mediante el campo "Puertos de antena" en la DCI de programación. Los símbolos en los elementos de recursos DMRS correspondientes a diferentes puertos pueden multiplexarse por división de código (CDM-ed). Cada puerto pertenece a un determinado grupo de multiplexación por división de código (grupo CDM) como se especifica en [1-4]. Desde los puertos DMRS, las capas de datos se asignan a los puertos de antena (o puertos SRS) por medio de un codificador previo desde el cual se transmite el PUSCH.

– Transmisiones PUSCH con libro de códigos y sin libro de códigos: cuando se programa un PUSCH con "libro de códigos" o "sin libro de códigos" utilizando el formato DCI 0_1 o una concesión de capa superior, es decir, el parámetro de capa superior "txConfig" se establece como "libro de códigos" o "sin libro de códigos", el UE puede transmitir el PUSCH utilizando uno o más puertos de antena. Los puertos de antena se indican para PUSCH basados en libro de códigos y no basados en libro de códigos mediante el SRI que indica uno o más recursos SRS asociados con un conjunto de recursos SRS "basados en libro de códigos" o "no basados en libro de códigos". Los puertos SRS asociados con el recurso o recursos SRS indicados son los puertos de antena a los que se asignan las capas de datos (flujos de datos en los puertos DMRS). Dependiendo del modo de transmisión PUSCH, el esquema de precodificación se indica, bien explícitamente, o bien se determina implícitamente [1-4] - para PUSCH basado en libro de códigos, el esquema de precodificación se indica explícitamente mediante el "campo de precodificación y número de capas" (la matriz de precodificación indicada F es de tamaño $P \times L$ y asigna el flujo de datos de L puertos DMRS a P puertos de antena) y para PUSCH no basado en libro de códigos, el esquema de precodificación no se indica y, por lo tanto, está predeterminado o se deja a la implementación del UE [1-4]. En esta descripción, el término "puertos DMRS" indica los puertos donde los datos (símbolos codificados, de velocidad coincidente y modulados, es decir, la contraseña modulada) se asignan a capas y los términos "puertos de antena" o "puertos SRS" indican los puertos a los que se asignan los puertos DMRS a través de un esquema de precodificación.

– Transmisiones PUSCH de puerto único: cuando el PUSCH está programado utilizando el formato DCI 0_0, el UE utiliza un único puerto de antena, que se asigna a un único puerto DMRS (puerto 0) [4]. En este caso no se indica ningún precodificador y el UE transmite una sola capa del PUSCH.

Comando de control de potencia de transmisión (TPC)

El comando de control de potencia de transmisión se proporciona en la DCI que programa el PUSCH. Proporciona el aumento gradual o la reducción de escala de potencia que se debe realizar para una transmisión PUSCH en relación con la transmisión o transmisiones PUSCH anteriores [3]. La rampa o reducción de potencia se puede acumular en cada transmisión PUSCH si el parámetro de capa superior "tpc-Accumulation" está habilitado. El gNB utiliza dicho control de potencia para controlar la cantidad de interferencia, el rendimiento de los UE, la fiabilidad del enlace, etc.

Relación espacial y referencia de pérdida de trayectoria RS

En los despliegues FR2 (intervalo de frecuencia 2 - frecuencias superiores a 6 GHz), se requieren transmisiones UL directivas y, por lo tanto, la dirección del haz es un parámetro importante que se debe indicar para PUSCH. La dirección del haz/relación espacial del PUSCH se determina a partir de la dirección del haz/relación espacial de un SRS o un recurso PUCCH según el modo de transmisión PUSCH:

– La transmisión PUSCH basada o no basada en libro de códigos se indica con un recurso SRS. El UE sondea el canal UL con recursos SRS (que están configurados específicamente para el modo de transmisión con libro de códigos/sin libro de códigos) y el gNB, a cambio, programa el PUSCH a través de la indicación de un recurso SRS. De este modo, el UE transmite el PUSCH desde los mismos puertos desde los que se ha transmitido el recurso SRS y utiliza la misma dirección de haz/relación espacial para la transmisión del PUSCH que para la transmisión del recurso SRS.

– Cuando el UE está programado por el formato DCI 0_0 (PUSCH de puerto único), la relación espacial utilizada para la transmisión del PUSCH es la misma que la utilizada para la transmisión del recurso PUCCH con el ID más bajo en la parte de ancho de banda de UL (BWP) actualmente activa.

La referencia de pérdida de trayectoria RS, que se configura/indica a través de una capa superior, se utiliza en los ajustes de control de potencia del PUSCH para determinar la estimación de pérdida de trayectoria para la transmisión del PUSCH [3]. La referencia de pérdida de trayectoria RS para el PUSCH se determina de diferentes maneras para diferentes modos de transmisión PUSCH. El PUSCH se configura con una lista de referencias de pérdida de trayectoria RS en los IE "PUSCH-PathlossReferenceRS" y, en la mayoría de los casos, utiliza la lista para obtener la referencia de pérdida de trayectoria RS.

– Para la transmisión PUSCH basada o no basada en libro de códigos programada por el PDCCH, la referencia de pérdida de trayectoria RS se configura en los IE "SRI-PUSCH-PowerControl" (que se muestran en la

configuración de capa superior de los parámetros de control de potencia para PUSCH a continuación). Estos IE contienen las configuraciones de control de potencia para el PUSCH, tal como el ID de un PUSCH-pathlossReferenceRS, los valores "alfa" (factor de compensación de pérdida de trayectoria) y el índice de control de potencia de bucle cerrado. La correspondencia entre los IE PUSCH-pathlossReferenceRS y los IE SRI-PUSCH-PowerControl se puede modificar utilizando mensajes MAC-CE [3]. El indicador de recursos SRS mencionado para la transmisión PUSCH con libro de códigos/sin libro de códigos se asigna a un IE "SRI-PUSCH-PowerControl" que proporciona estas configuraciones de control de potencia. Cuando no hay ningún campo SRI en el PDCCH de programación, el UE utiliza SRI-PUSCH-PowerControl cuyo valor de ID se establece a 0.

– Para PUSCH de puerto único (programado por PDCCH a través del formato DCI 0_0), la referencia de pérdida de trayectoria RS se obtiene del mismo recurso PUCCH del que obtiene la relación espacial.

– Cuando el PUSCH está programado por una concesión de capa superior, la referencia de pérdida de trayectoria RS que se debe utilizar se indica a través de un pathlossReferenceIndex que apunta a un IE PUSCH-pathlossReferenceRS o se obtiene del SRI-PUSCH-PowerControl cuyo valor de ID se establece a 0 cuando no hay ningún campo SRI.

La configuración de capa superior de los parámetros de control de potencia para PUSCH [6] se muestra en la siguiente figura.

```

PO-PUSCH-AlphaSet ::=          SEQUENCE {
    p0-PUSCH-AlphaSetId        PO-PUSCH-AlphaSetId,
    p0                          INTEGER (-16..15)
    alpha                       Alpha
}

PO-PUSCH-AlphaSetId ::=        INTEGER (0..maxNrofPO-PUSCH-AlphaSets-1)

PUSCH-PathlossReferenceRS ::=  SEQUENCE {
    pusch-PathlossReferenceRS-Id PUSCH-PathlossReferenceRS-Id,
    referenceSignal              CHOICE {
        ssb-Index                SSB-Index,
        csi-RS-Index              NZP-CSI-RS-ResourceId
    }
}

PUSCH-PathlossReferenceRS-Id ::= INTEGER (0..maxNrofPUSCH-PathlossReferenceRSs-1)

SRI-PUSCH-PowerControl ::=     SEQUENCE {
    sri-PUSCH-PowerControlId     SRI-PUSCH-PowerControlId,
    sri-PUSCH-PathlossReferenceRS-Id PUSCH-PathlossReferenceRS-Id,
    sri-PO-PUSCH-AlphaSetId      PO-PUSCH-AlphaSetId,
    sri-PUSCH-ClosedLoopIndex    ENUMERATED { i0, i1 }
}
    
```

Potencia de transmisión PUSCH

La potencia de transmisión PUSCH se determina a partir de una combinación de parámetros de control de

potencia de bucle abierto y bucle cerrado. Si el UE transmite un PUSCH en un BWP UL b activo de la portadora f de la celda de servicio c utilizando la configuración del conjunto de parámetros con índice j y el estado de ajuste de control de potencia PUSCH con índice l, el UE determina la potencia de transmisión PUSCH en la ocasión de transmisión PUSCH i como

$$P_{\text{PUSCH},b,f,c}(i,j,q_d,l) = \min \left\{ P_{\text{CMAX},f,c}(i), P_{\text{O_PUSCH},b,f,c}(j) + 10 \log_{10} (2^{\mu} \cdot M_{\text{RB},b,f,c}^{\text{PUSCH}}(i)) + \alpha_{b,f,c}(j) \cdot PL_{b,f,c}(q_d) + \Delta_{\text{TF},b,f,c}(l) + f_{b,f,c}(i,l) \right\} [\text{dBm}]$$

donde,

- 10 – $P_{\text{CMAX},f,c}(i)$ es la potencia de transmisión UE máxima configurada definida en [7] y [8],
- $P_{\text{O_PUSCH},b,f,c}(j)$ es un parámetro compuesto por la suma de la potencia nominal de transmisión PUSCH $P_{\text{O_NOMINAL_PUSCH},f,c}(j)$ y $P_{\text{O_UE_PUSCH},b,f,c}(j)$, ambas configuradas a través de una capa superior por el gNB [3],
- 15 – $M_{\text{RB},b,f,c}^{\text{PUSCH}}(i)$ es el ancho de banda de la correspondencia de recursos PUSCH expresado en número de bloques de recursos,
- $PL_{b,f,c}(q_d)$ es una estimación de pérdida de trayectoria de enlace descendente en dB calculada por el UE utilizando el índice de señal de referencia (RS) de DL q_d (la configuración/indicación de la referencia de pérdida de trayectoria RS es como se ha descrito anteriormente),
- 20 – $\alpha_{b,f,c}(j)$ es un factor de compensación de pérdida de trayectoria configurado a través de una capa superior por el gNB, y
- 25 – $f_{b,f,c}(i,l)$ es una función de corrección de potencia de bucle cerrado que depende de la retroalimentación de control de potencia de transmisión (TPC) del gNB.

30 En 3GPP Ver. 16, se han estandarizado las transmisiones de múltiples TRP que mejoran la fiabilidad y robustez de la transmisión o transmisiones PDSCH. Se pueden programar varios PDSCH que se transmiten desde varios TRP que llevan los mismos bloques de transporte (aplicados con la misma o diferentes versiones de redundancia) utilizando un único PDCCH para que el UE pueda combinar adecuadamente los datos recibidos desde los diferentes TRP para mejorar la fiabilidad del PDSCH. Las transmisiones se pueden multiplexar en el dominio del tiempo, en el dominio de la frecuencia o en el dominio de espacio. La habilitación e indicación de cada esquema de fiabilidad de múltiples TRP de PDSCH se gestiona utilizando una combinación de indicación de capa superior y capa PHY. Sin embargo, los problemas de programación que se enfrentan en el enlace ascendente son diferentes a los que se enfrentan en el enlace descendente. Esta descripción analiza los problemas principales en la programación de enlace ascendente con respecto a las especificaciones y, a continuación, procede a proporcionar un marco genérico para la programación PUSCH basada en fiabilidad para un único y múltiples TRP.

45 La especificación 3GPP Ver. 16 describe procedimientos para multiplexar transmisiones de múltiples PDSCH de enlace descendente programadas por un único PDCCH [4]. Sin embargo, la especificación actual no describe tales métodos de multiplexación para PUSCH que puedan aprovecharse en escenarios de múltiples TRP.

Compendio

50 En vista de los inconvenientes anteriores, un objetivo de las realizaciones aquí descritas es proporcionar al menos métodos y aparatos para mejorar la robustez y el rendimiento del PUSCH a través de esquemas de transmisión mejorados y configuraciones del mismo que se aplican tanto en escenarios de un único TRP como de múltiples TRP. La presente invención se define como se expone en las reivindicaciones independientes adjuntas. Se definen realizaciones de la invención como se expone en las reivindicaciones dependientes adjuntas.

55 Una ventaja de la realización de la presente memoria es mejorar la fiabilidad y el rendimiento del PUSCH en un escenario de múltiples TRP.

Otra ventaja de las realizaciones de la presente memoria es mejorar la programación de las transmisiones PUSCH.

60 Otra ventaja de algunas realizaciones de la presente memoria es aumentar la diversidad de la transmisión o transmisiones PUSCH utilizando esquemas de multiplexación.

Se proporcionan en la presente memoria ventajas adicionales de las realizaciones en la descripción detallada de esta exposición.

5 Breve descripción de los dibujos

La figura 1 ilustra una configuración de conjunto de recursos SRS (SoTA).

La figura 2 muestra una configuración de recursos SRS (SoTA).

10

La figura 3 representa un ejemplo de cambio dinámico entre esquemas de multiplexación.

La figura 4 representa otro ejemplo de un cambio dinámico entre esquemas de multiplexación.

15 La figura 5 ilustra un diagrama de flujo de un método realizado por un nodo de red según algunas realizaciones.

La figura 6 representa un diagrama de bloques de un nodo según algunas realizaciones ejemplares.

La figura 7 ilustra un diagrama de flujo de un método realizado por un UE según algunas realizaciones.

20

La figura 8 representa un diagrama de bloques de un UE según algunas realizaciones ejemplares.

Descripción detallada

25 A continuación, se describe una exposición detallada de las realizaciones ejemplares junto con los dibujos, en varios escenarios, para facilitar la comprensión de la solución o soluciones descritas en la presente memoria.

Los parámetros de transmisión involucrados en la programación de transmisiones PUSCH se han abordado anteriormente. Las soluciones de la presente memoria se proporcionan en un contexto de programación de transmisiones de múltiples PUSCH o programación de transmisiones segmentadas de un único PUSCH, de modo que la programación se pueda implementar según se considere necesario, bien en escenarios de un único TRP, o bien de múltiples TRP.

30

La programación según las realizaciones descritas en la presente memoria se realiza con vistas a mejorar la fiabilidad y la robustez del PUSCH. La transmisión de los mismos datos PUSCH a diferentes TRP puede ayudar a la combinación no coherente de los datos PUSCH, mejorando así la SNR general de los datos PUSCH recibidos. En esta descripción se analizan varios métodos de transmisión PUSCH en escenarios de múltiples TRP para proporcionar flexibilidad en la programación.

35

40 Las realizaciones de la presente memoria se centran en esquemas de transmisión y su configuración de la misma para una o más transmisiones PUSCH programadas por un único PDCCH o una concesión de capa superior. El PUSCH o los PUSCH programados pueden transmitirse a un único TRP o a múltiples TRP según las configuraciones de transmisión o los parámetros de transmisión utilizados para cada transmisión. El objetivo de la programación de dichas transmisiones es mejorar una o más de las siguientes métricas del PUSCH: fiabilidad, diversidad y latencia. En esta descripción se abordan diversos problemas relativos a la programación PUSCH para tales fines:

45

1) Indicación de la programación PUSCH (el número PUSCH programados, la correspondencia de recursos, etc.)

50

2) Indicación de puertos SRS y DMRS,

3) Versión de redundancia (RV),

4) Control de potencia de transmisión (TPC),

55

5) Programación de uno o una combinación de esquemas de multiplexación - multiplexación por división de tiempo (TDM), multiplexación por división de frecuencia (FDM) o multiplexación por división espacial (SDM).

6) Repeticiones PUSCH para fiabilidad

60

7) Indicación de parámetros de transmisión de configuraciones de transmisión con una configuración similar a la del estado TCI en el UL

65 A lo largo de la presente exposición, la programación de n PUSCH o n transmisiones PUSCH a través de un único PDCCH o una única concesión de capa superior significa que el PDCCH o la concesión de capa superior programan ocasiones de transmisión PUSCH o n contraseñas PUSCH que pueden estar asociadas con los

mismos o diferentes bloques de transporte.

Configuración e indicación de transmisiones de múltiples PUSCH o transmisiones PUSCH segmentadas

5 La mejora de la fiabilidad, diversidad y latencia PUSCH en un contexto de múltiples TRP se puede lograr utilizando una combinación de configuración de capa superior y señalización de capa PHY. El UE puede recibir una solicitud de programación de transmisiones de múltiples PUSCH o transmisiones PUSCH segmentadas, en donde cada transmisión PUSCH o segmento PUSCH está asociado con diferentes (uno o más) parámetros de transmisión de una configuración de transmisión, en donde una configuración de transmisión comprende un conjunto de parámetros de transmisión como se describirá.

10 Según algunas realizaciones de la presente memoria, el UE está configurado, por un nodo de red (o gNB), para recibir un único PDCCH/DCI o una concesión de capa superior que programa una o más ocasiones de transmisión PUSCH, en donde:

15 – Si se programa una ocasión de transmisión PUSCH, el UE puede programarse para transmitir al menos dos segmentos/partes del PUSCH, en donde para un segmento al menos uno de los siguientes parámetros de transmisión asociados con el segmento es diferente del parámetro correspondiente asociado con al menos otro u otros segmentos/partes del PUSCH: puerto o puertos DMRS, puerto o puertos de antena, referencia de pérdida de trayectoria RS, comando o comandos TPC, relación espacial, recursos en el dominio de frecuencia y recursos en el dominio de tiempo. Por lo tanto, cada segmento del PUSCH está asociado con una configuración de transmisión que comprende un conjunto de parámetros de transmisión; y en donde al menos un parámetro de transmisión asociado con uno de los segmentos del PUSCH es diferente del parámetro de transmisión correspondiente asociado con al menos otro segmento del PUSCH.

20 – Si se programa más de una ocasión de transmisión PUSCH, cada ocasión de transmisión PUSCH está asociada con una configuración de transmisión que comprende parámetros de transmisión, en donde al menos un parámetro de transmisión asociado con una de las ocasiones de transmisión PUSCH es diferente del parámetro de transmisión correspondiente asociado con al menos otra ocasión de transmisión PUSCH. Los parámetros de transmisión incluyen: puerto o puertos DMRS, puerto o puertos de antena, referencia de pérdida de trayectoria RS para determinar una pérdida de trayectoria estimada para una transmisión, comando o comandos TPC, relación espacial o dirección del haz, recurso o recursos en el dominio de frecuencia y recurso o recursos en el dominio de tiempo.

25 – Un segmento de una ocasión de transmisión PUSCH, o un segmento de una transmisión PUSCH, o un segmento PUSCH, puede definirse como una parte de la contraseña PUSCH asociada en donde al menos uno de los siguientes parámetros de una configuración de transmisión asociada con la parte o segmento es distinto de al menos un parámetro de transmisión correspondiente de al menos otra parte o segmento de la misma contraseña PUSCH: puerto o puertos de antena, puerto o puertos DMRS, referencia de pérdida de trayectoria RS, comando TPC, relación espacial, recursos en el dominio de frecuencia y recursos en el dominio de tiempo.

30 Las configuraciones de transmisión, incluyendo los parámetros de transmisión, pueden indicarse en el PDCCH (o en una DCI) o en la concesión de capa superior. Se puede notificar al UE a través de una capa superior que un PDCCH o una concesión de capa superior puede programar transmisiones de múltiples PUSCH.

35 Por lo tanto, si se programa una ocasión de transmisión PUSCH y el PDCCH (o la DCI) o la concesión de capa superior incluye, por ejemplo, dos configuraciones de transmisión, esto significa que el UE está programado para transmitir dos segmentos del PUSCH, cada segmento del PUSCH está asociado con una configuración de transmisión como se ha descrito anteriormente.

40 En el caso de la repetición PUSCH descrita en la realización anterior, es decir, la programación de múltiples ocasiones de transmisión PUSCH, puede ser posible un esquema especial de programación.

45 Según las realizaciones, un único PDCCH/DCI o una concesión de capa superior programa $n > 1$ PUSCH u ocasiones de transmisión PUSCH desde un UE, en donde el mismo bloque de transporte PUSCH está programado para ser transmitido n veces por el UE de la siguiente manera: $n' < n$ de las n transmisiones se programan con un primer conjunto de parámetros de transmisión de enlace ascendente, y las $n - n'$ transmisiones restantes se programan con al menos un parámetro de transmisión de enlace ascendente diferente del parámetro de transmisión correspondiente del primer conjunto de parámetros de transmisión utilizado para las otras n' transmisiones. Por ejemplo, $n' < n$ transmisiones de las n transmisiones pueden programarse con un primer conjunto de puertos de antena, referencia de pérdida de trayectoria RS, comando TPC, etc. Las $n - n'$ transmisiones restantes se programan con un conjunto diferente de puertos de antena, referencia de pérdida de trayectoria RS y comando TPC de las otras n' transmisiones. El orden en el que se programan el primer conjunto de n' transmisiones y el segundo conjunto de $n - n'$ transmisiones entre las n transmisiones totales puede ser indicado por el gNB o un nodo de red o fijado en las especificaciones. Un ejemplo de caso de uso para este método serían las repeticiones del mismo TB PUSCH hacia dos TRP diferentes. Las primeras n'

transmisiones pueden estar dirigidas hacia un primer TRP y las $n - n'$ transmisiones restantes pueden estar dirigidas hacia un segundo TRP.

5 En el caso de las transmisiones PUSCH segmentadas, por ejemplo, el parámetro de transmisión, relación espacial, en una configuración de transmisión asociada con un segmento del PUSCH, es diferente del parámetro de transmisión correspondiente, relación espacial, en la otra configuración de transmisión asociada con el otro segmento del mismo PUSCH. Por lo tanto, los diferentes segmentos del mismo PUSCH se forman en haces en diferentes direcciones, en donde cada dirección puede corresponder a un TRP específico.

10 Según una realización, el UE está configurado para recibir, desde un gNB o un nodo de red, un parámetro de capa superior que indica que el UE puede recibir un único PDCCH o una concesión de capa superior que programa n ($n \geq 1$) ocasiones de transmisión PUSCH, o n ($n \geq 1$) segmentos PUSCH de un único PUSCH. Por ejemplo, junto con transmisiones PUSCH con libro de códigos y sin libro de códigos, se puede introducir una nueva configuración de transmisión de la transmisión PUSCH en "txConfig". Cuando el parámetro "txConfig" se establece a "multiPUSCH", por ejemplo, indica que el UE puede recibir un único PDCCH que programa una o más transmisiones PUSCH. En otro ejemplo, la configuración de capa superior del PUSCH puede comprender un parámetro adicional denominado "enabledMultiPUSCHscheduling" que indica la programación de una o más transmisiones PUSCH utilizando un único PDCCH o una concesión de capa superior.

15 En otro método, el UE puede esperar que un PDCCH programe múltiples ocasiones de transmisión PUSCH, o múltiples segmentos PUSCH de un único PUSCH, cuando el parámetro "txConfig" no está configurado. En 3GPP Ver. 16, cuando el UE no está configurado con el parámetro "txConfig", el UE no espera ser programado con el formato DCI 0_1. En el siguiente método, se aprovecha este escenario para programar transmisiones de múltiples PUSCH.

20 Según una realización ejemplar, el UE espera recibir un único PDCCH que programa n ($n \geq 1$) transmisiones PUSCH, o n ($n \geq 1$) segmentos PUSCH de un único PUSCH cuando el UE no está configurado con el parámetro de capa superior "txConfig".

25 Por ejemplo, el UE puede recibir un PDCCH utilizando el formato DCI 0_1 o un formato DCI recientemente introducido que programa n transmisiones PUSCH ($n \geq 1$), o n ($n \geq 1$) segmentos PUSCH de un único PUSCH, cuando el UE no está configurado con el parámetro de capa superior "txConfig". Mediante este método, el gNB puede cambiar entre la programación de múltiples PUSCH a través del formato DCI mencionado anteriormente y la programación de un único PUSCH a través del formato DCI 0_0. Dicha programación dinámica a través de la capa PHY reduce significativamente la latencia en comparación con una indicación de programación PUSCH de un único/múltiples TRP a través de capas superiores. Además, permite al gNB ajustar dinámicamente a través de la capa física la programación del PUSCH con respecto a la condición del canal entre el UE y cada TRP.

30 Cuando el PDCCH o la concesión de capa superior programa transmisiones de múltiples PUSCH o transmisiones PUSCH segmentadas, se indica al UE la técnica de multiplexación. Existen diferentes posibilidades para transmitir la ocasión u ocasiones de transmisión PUSCH a múltiples TRP. Las siguientes realizaciones proponen diferentes esquemas de multiplexación que aumentan la fiabilidad de las transmisiones PUSCH.

Multiplexación PUSCH basada en TDM

35 Según una realización, para la programación PUSCH basada en TDM intra-intervalo, el nodo de red está configurado para programar para el UE al menos dos segmentos PUSCH o al menos dos ocasiones de transmisión PUSCH en donde todos los segmentos PUSCH o todas las ocasiones de transmisión PUSCH están programadas dentro del mismo intervalo, y cada segmento PUSCH o cada ocasión de transmisión PUSCH está programada en un conjunto de símbolo o símbolos que son distintos del conjunto de símbolo o símbolos en el que están programados el otro u otros segmentos PUSCH u ocasión u ocasiones de transmisión PUSCH.

A continuación se describen los diferentes esquemas relacionados con la transmisión basada en TDM intra-intervalo.

40 Esquema 1-1: Transmisión PUSCH basada en TDM intra-intervalo

45 Según una realización, el UE está configurado para recibir un único PDCCH o una concesión de capa superior que programa n ($n > 1$) ocasiones de transmisión PUSCH. Las n transmisiones PUSCH se multiplexan por división de tiempo (TDMed) dentro del mismo intervalo, donde la j -ésima transmisión PUSCH se realiza desde el símbolo a_i al símbolo b_i con $a_i \leq b_i \forall i$, $b_i < a_j \forall i < j$. Las n ocasiones de transmisión PUSCH pueden estar asociadas con los mismos o diferentes bloques de transporte PUSCH. Este tipo de programación intra-intervalo basada en TDM de múltiples ocasiones de transmisión PUSCH se puede habilitar a través de la configuración de un parámetro de capa superior para el UE. Cuando el parámetro está configurado para el UE, el UE puede esperar recibir un único PDCCH que programa n ($n > 1$) transmisiones PUSCH que son TDMed en el mismo intervalo (de tiempo).

El esquema TDM intra-intervalo puede aumentar la fiabilidad de la transmisión. Por ejemplo, el UE puede transmitir la contraseña asociada con el mismo TB para las n ocasiones de transmisión PUSCH a n TRP diferentes que pueden combinar las contraseñas recibidas a través de una red de retorno. Cuando las transmisiones se realizan a diferentes TRP, cada transmisión PUSCH puede estar asociada con diferentes configuraciones o parámetros de transmisión.

Según una realización ejemplar, al menos uno de los siguientes parámetros asociados con una transmisión PUSCH puede ser diferente de los parámetros asociados con la otra u otras transmisiones PUSCH programadas por un PDCCH o la concesión de capa superior: puerto o puertos de antena, puerto o puertos DMRS, comando de control de potencia de transmisión (TPC), referencia de pérdida de trayectoria RS y relación espacial. Esto se utiliza en el caso de transmisiones de múltiples TRP donde se utilizan diferentes configuraciones de control de potencia y/o formación de haces para las transmisiones a diferentes TRP.

Esquema 1-2: Transmisión PUSCH basada en TDM intra-intervalo con segmentación TB

En una realización ejemplar, el UE está configurado para recibir un único PDCCH o una concesión de capa superior que programa una única ocasión de transmisión PUSCH, en donde la transmisión PUSCH programada puede comprender n ($n > 1$) segmentos, en donde el i -ésimo segmento del PUSCH se transmite desde el símbolo a_i al símbolo b_i dentro de un intervalo dado, donde $a_i \leq b_i \forall i$, $b_i < a_j \forall i < j$. Esto significa que los segmentos de una transmisión PUSCH son TDMed en conjuntos distintos de símbolos dentro de un intervalo. Este método de transmisión PUSCH basado en TDM, basado en intra-intervalos se puede habilitar, por ejemplo, a través de una señalización de capa superior al UE.

Los diferentes segmentos de una única contraseña PUSCH pueden transmitirse a diferentes TRP y, por lo tanto, cada transmisión puede tener diferentes configuraciones de transmisión. Los segmentos individuales se combinan entre los TRP a través de la red de retorno. Este tipo de esquema de multiplexación aumenta la diversidad de la transmisión. La transmisión PUSCH basada en TDM intra-intervalo con segmentación de contraseña se puede habilitar, por ejemplo, a través de una indicación de capa superior al UE.

Según una realización ejemplar, al menos uno de los siguientes parámetros asociados con un segmento de la transmisión PUSCH puede ser diferente de los parámetros asociados con el otro u otros segmentos de la misma transmisión PUSCH programada por un PDCCH o la concesión de capa superior: puerto o puertos de antena, puerto o puertos DMRS, comando de control de potencia de transmisión (TPC), referencia de pérdida de trayectoria RS y relación espacial. Cuando se establecen diferentes configuraciones de transmisión para los diferentes segmentos TDMed, cada segmento puede transmitirse a un TRP diferente.

Esquema 2-1: Transmisión PUSCH basada en TDM inter-intervalos

Para el escenario de transmisión basado en TDM inter-intervalos, el nodo de red está configurado para programar para el UE al menos dos ocasiones de transmisión PUSCH diferentes, en donde cada ocasión de transmisión PUSCH está programada en un intervalo diferente como se describe a continuación.

Según una realización, el UE está configurado para recibir un único PDCCH o una concesión de capa superior que programa n ($n > 1$) transmisiones PUSCH, donde la i -ésima transmisión PUSCH se realiza desde el símbolo a_i al símbolo b_i en el intervalo p_i , donde $a_i \leq b_i \forall i$ y $p_i < p_j \forall i < j$. Las n ocasiones de transmisión PUSCH pueden estar asociadas con los mismos o diferentes bloques de transporte PUSCH. Este tipo de transmisión PUSCH de múltiples TRP inter-intervalo se puede habilitar, por ejemplo, a través de la configuración de un parámetro de capa superior para el UE. Cuando se configura el parámetro, el UE espera recibir un PDCCH que programe n ($n > 1$) transmisiones PUSCH que son TDMed en múltiples o diferentes intervalos.

En el contexto de múltiples TRP, este esquema TDM inter-intervalos aumenta la fiabilidad de la transmisión cuando la contraseña asociada con el mismo TB se transmite en las n ocasiones de transmisión PUSCH programadas. De manera similar a las técnicas de multiplexación anteriores, es posible la aplicación de diferentes configuraciones de transmisión a cada ocasión de transmisión PUSCH.

Según una realización ejemplar, al menos uno de los siguientes parámetros asociados con una transmisión PUSCH programada por dicho PDCCH o concesión de capa superior puede ser diferente de los parámetros asociados con la otra u otras transmisiones PUSCH programadas por un PDCCH o la concesión de capa superior: puerto o puertos de antena, puerto o puertos DMRS, comando de control de potencia de transmisión (TPC), referencia de pérdida de trayectoria RS y relación espacial. Esto allana el camino para la transmisión basada en de múltiples TRP PUSCH TDMed inter-intervalos.

Multiplexación PUSCH basada en FDM

Según una realización, el nodo de red está configurado para programar para el UE al menos dos segmentos

PUSCH o al menos dos ocasiones de transmisión PUSCH, en donde un conjunto de PRB en el que se programa al menos un segmento PUSCH o una ocasión de transmisión PUSCH, es parcial o completamente distinto de un conjunto de PRB en el que se programa otro segmento PUSCH u otra ocasión de transmisión PUSCH. A continuación se describen algunas realizaciones relacionadas con el esquema de multiplexación PUSCH basado en FDM.

5

Esquema 3-1: Transmisión PUSCH basada en FDM

Según una realización, el UE está configurado para recibir un único PDCCH o una concesión de capa superior que programa n ($n > 1$) transmisiones PUSCH, donde la j -ésima transmisión PUSCH se realiza en los PRB $\Psi_j = \{a_{i,1}, \dots, a_{i,P}\}$ en un intervalo programado. Los PRB para las n transmisiones PUSCH pueden superponerse parcialmente o no superponerse, es decir, $\Psi_i \cap \Psi_j = \emptyset$, para algunos o todos $i \neq j$, o $\Psi_i \cap \Psi_j = \emptyset \forall i \neq j$. Todas las transmisiones PUSCH pueden realizarse desde el símbolo s de inicio al símbolo s de fin en un intervalo programado. Las n ocasiones de transmisión PUSCH pueden estar asociadas con los mismos o diferentes bloques de transporte PUSCH. Este tipo de esquema de transmisiones de múltiples PUSCH basado en multiplexación por división de frecuencia (FDM) se puede habilitar, por ejemplo, a través de la configuración de un parámetro de capa superior para el UE. Cuando el parámetro está configurado, el UE puede esperar recibir un único PDCCH que programa n ($n > 1$) transmisiones PUSCH que son FDMed en un intervalo dado.

10

15

20

25

Por ejemplo, la correspondencia de frecuencia no superpuesta se puede realizar dividiendo el ancho de banda disponible para el PUSCH (o la BWP (parte de ancho de banda) de UL en la que se transmite el PUSCH) en partes iguales para cada transmisión PUSCH. Las partes asignadas para cada PUSCH pueden ser contiguas o no contiguas dependiendo de una configuración o indicación de capa superior.

Se pueden aplicar diferentes configuraciones de transmisión para las ocasiones de transmisión PUSCH cuando se transmiten los PUSCH a diferentes TRP.

Según una realización ejemplar, al menos uno de los siguientes parámetros asociados con una transmisión PUSCH pueden ser diferentes a los parámetros asociados con otra u otras transmisiones PUSCH programadas por un PDCCH o la concesión de capa superior: puerto o puertos de antena, puerto o puertos DMRS, comando de control de potencia de transmisión (TPC), referencia de pérdida de trayectoria RS y relación espacial.

30

Esquema 3-2: Transmisión PUSCH basada en FDM con segmentación TB

Según una realización, el UE está configurado para recibir un PDCCH o una concesión de capa superior que programa una única transmisión PUSCH, en donde el PUSCH programado puede comprender n ($n > 1$) segmentos, en donde el segmento j -ésimo se transmite en PRB $\Psi_j = \{a_{i,1}, \dots, a_{i,P}\}$, y los PRB para cada parte pueden superponerse parcialmente o no superponerse (es decir, ser distintos), es decir, $\Psi_i \cap \Psi_j \neq \emptyset$, para algunos o todos los $i \neq j$, o $\Psi_i \cap \Psi_j = \emptyset \forall i \neq j$. Todas las transmisiones PUSCH pueden realizarse desde el símbolo s de inicio al símbolo s de fin en un intervalo programado. Esta transmisión basada en FDM basada en diversidad de un único TB PUSCH puede ser habilitada por el gNB o el nodo de red, por ejemplo, a través de una configuración o indicación de capa superior al UE.

35

40

Por ejemplo, y como se ha descrito anteriormente, la correspondencia de frecuencia no superpuesta se puede realizar dividiendo el ancho de banda disponible para el PUSCH (o la BWP UL en la que se transmite el PUSCH) en partes iguales para los segmentos individuales. Las partes asignadas para cada segmento pueden ser contiguas o no contiguas dependiendo de la señalización de capa superior.

45

De manera similar a los métodos anteriores, cuando el UE transmite cada segmento a un TRP diferente, pueden requerirse diferentes parámetros de transmisión por segmento.

50

Según una realización ejemplar, al menos uno de los siguientes parámetros asociados con un segmento de la transmisión PUSCH puede ser diferente de los parámetros asociados con el otro u otros segmentos de la misma transmisión PUSCH programada por un PDCCH o la concesión de capa superior: puerto o puertos de antena, puerto o puertos DMRS, comando de control de potencia de transmisión (TPC), referencia de pérdida de trayectoria RS y relación espacial.

55

Multiplexación PUSCH basada en SDM

En este escenario, el nodo de red está configurado para programar para el UE al menos dos ocasiones de transmisión PUSCH o al menos dos segmentos PUSCH de una ocasión de transmisión PUSCH en donde cada segmento PUSCH o cada ocasión de transmisión PUSCH está asociado con un conjunto distinto de puertos DMRS y/o puertos de antena como se describe a continuación:

60

Esquema 4-1: Transmisión PUSCH basada en SDM

65

Según una realización, el UE está configurado para recibir un PDCCH o una concesión de capa superior que programa n ($n > 1$) transmisiones PUSCH, en donde cada transmisión PUSCH se realiza en una antena y/o puerto o puertos DMRS distintos. Todas las transmisiones PUSCH pueden estar asociadas con los mismos recursos en el dominio de tiempo y frecuencia en un intervalo programado. Este método de multiplexación de forma espacial de transmisiones de múltiples PUSCH se puede habilitar, por ejemplo, a través de una configuración de capa superior o un parámetro de capa superior indicado al UE. En un ejemplo, cuando se programan n ($n > 1$) transmisiones PUSCH, $n < n$ transmisiones pueden estar asociadas con el mismo conjunto de antenas y/o puerto o puertos DMRS mientras que al menos una de las $n - n$ transmisiones restantes puede estar asociada con un conjunto de antenas o puerto o puertos DMRS distintos de las n transmisiones mencionadas anteriormente.

Por ejemplo, dos transmisiones PUSCH que son multiplexadas por división espacial (SDMed) pueden programarse a través de un PDCCH o una concesión de capa superior que indica d puertos DMRS y $a_1 + a_2$ puertos de antena, en donde un primer conjunto de a_1 puertos de antena están asociados con un primer recurso SRS o la recepción de un primer RS DL, y un segundo conjunto de a_2 puertos de antena distintos del primer conjunto de puertos de antena están asociados con un segundo recurso SRS o la recepción de un segundo RS. Se transmite un i -ésimo PUSCH utilizando el conjunto i -ésimo de puertos DMRS y de antena (los conjuntos de puertos de antena se determinan basándose en el recurso SRS asociado o RS DL como se ha mencionado anteriormente). Los puertos DMRS se pueden dividir en conjuntos según el grupo de multiplexación por división de código (CDM) con el que están asociados los puertos o con respecto al número de puertos de antena utilizados para la i -ésima transmisión PUSCH. Por ejemplo, cuando se definen 4 puertos de antena y 3 puertos DMRS para 2 transmisiones PUSCH, en donde los 3 puertos DMRS se pueden agrupar en dos grupos CDM distintos (por ejemplo, se indican tres puertos p_0, p_1, p_2 donde los puertos p_0 y p_1 pertenecen al grupo CDM 0 y el puerto p_2 pertenece al grupo CDM 1), el 1^{er} PUSCH se transmite utilizando los 2 primeros puertos de antena y los puertos DMRS p_0, p_1 y el 2^o PUSCH se transmite utilizando los 2 segundos puertos de antena y el puerto DMRS p_2 . Cada PUSCH, en el ejemplo, puede transmitirse a un TRP diferente utilizando los puertos DMRS y de antena correspondientes.

Se puede realizar un SDM basado en fiabilidad cuando los n PUSCH están programados para n TRP diferentes, en donde todas las transmisiones están asociadas con el mismo bloque de transporte (TB). De manera similar a otros métodos, la configuración de transmisión de cada PUSCH puede ser diferente, por ejemplo, cuando se transmite cada PUSCH a un TRP diferente.

Según una realización ejemplar, al menos uno de los siguientes parámetros (o configuraciones de transmisión) asociados con una transmisión PUSCH pueden ser diferentes a los parámetros (o configuraciones de transmisión) asociados con otra u otras transmisiones PUSCH programadas por el n PDCCH o la concesión de capa superior: comando de control de potencia de transmisión (TPC), referencia de pérdida de trayectoria RS y relación espacial.

40 Esquema 4-2: Transmisión PUSCH basada en SDM con segmentación TB

Según una realización, el UE está configurado para recibir un PDCCH o una concesión de capa superior que programa una única transmisión PUSCH, en donde el PUSCH puede comprender n ($n > 1$) segmentos, en donde cada segmento se transmite utilizando distintos puertos de antena y/o DMRS. Todos los segmentos de dicha transmisión PUSCH pueden estar asociados con los mismos recursos en el dominio de tiempo y frecuencia en un intervalo programado. La diferencia de este método con un esquema de multiplexación espacial convencional es que al menos uno de los siguientes parámetros asociados con un segmento de la transmisión PUSCH es diferente de los parámetros asociados con otro u otros segmentos de la transmisión PUSCH: comando de control de potencia de transmisión (TPC), referencia de pérdida de trayectoria RS y relación espacial. En un ejemplo, cuando se programan n ($n > 1$) segmentos PUSCH, $n < n$ segmentos pueden estar asociados con el mismo conjunto de puertos antenas y/o DMRS mientras que al menos uno de los $n - n$ segmentos restantes puede estar asociado con un conjunto de puertos de antena DMRS distintos de los n segmentos mencionados anteriormente.

Por ejemplo, una transmisión PUSCH SDMed segmentada puede programarse a través de un PDCCH o una concesión de capa superior que indica d puertos DMRS y $a_1 + a_2$ puertos de antena, en donde un primer conjunto de a_1 puertos de antena están asociados con un primer recurso SRS o la recepción de un primer RS DL, y un segundo conjunto de a_2 puertos de antena distintos del primer conjunto de puertos de antena están asociados con un segundo recurso SRS o la recepción de un segundo RS DL. El i -ésimo segmento del PUSCH se transmite utilizando el conjunto i -ésimo de puertos DMRS y de antena (los conjuntos de puertos de antena se determinan basándose en el recurso SRS asociado o RS DL como se ha mencionado). Los puertos DMRS se pueden dividir en conjuntos según el grupo CDM con el que están asociados los puertos (DMRS) o con respecto a la cantidad de puertos de antena utilizados para el j -ésimo segmento PUSCH. Por ejemplo, cuando se definen 4 puertos de antena y 3 puertos DMRS para 2 segmentos PUSCH, en donde los 3 puertos DMRS se pueden agrupar en dos grupos CDM distintos - se indican tres puertos p_0, p_1, p_2 donde los puertos p_0 y p_1 pertenecen al grupo CDM 0 y el puerto p_2 pertenece al grupo CDM 1 - el 1^{er} PUSCH se transmite utilizando los 2 primeros puertos de antena y los puertos DMRS p_0, p_1 y el 2^o PUSCH se transmite utilizando los 2 segundos puertos de antena y el puerto

DMRS p_2 . Cada segmento PUSCH, en el ejemplo, puede transmitirse a un TRP diferente utilizando los puertos DMRS y de antena correspondientes.

5 El esquema de transmisión PUSCH basado en SDM se puede habilitar a través de una configuración de capa superior o una indicación al UE.

Habilitación del esquema de multiplexación PUSCH

10 Según una realización, el esquema de multiplexación (por ejemplo, un esquema basado en TDM o FDM o SDM, o una combinación del esquema basado en TDM o FDM o SDM) puede configurarse o indicarse al UE a través de uno o más parámetros de capa superior. Esto se puede realizar introduciendo uno o más parámetros de capa superior nuevos o reutilizando el parámetro o parámetros de capa superior existentes de la versión 16 de NR, por ejemplo, el parámetro "txConfig" en la configuración del PUSCH. Por ejemplo, cuando un parámetro de capa superior se configura con "multiPUSCHTDMintraSlotA" o "multiPUSCHTDMintraSlotB", el UE espera que un PDCCH o una concesión de capa superior programe una transmisión PUSCH intra-intervalo basada en TDM. De manera similar, cuando el parámetro de capa superior está configurado con "multiPUSCHTDMinterSlot", el UE espera que un PDCCH o una concesión de capa superior programe una transmisión PUSCH inter-intervalos basada en TDM. Los otros esquemas de multiplexación también pueden indicarse configurando el parámetro de capa superior con "multiPUSCHFDMSchemeA", "multiPUSCHFDMSchemeB", "multiPUSCHSDMSchemeA" o "multiPUSCHSDMSchemeB". También es posible indicar una combinación de dos o más esquemas de multiplexación. Con tal indicación, el UE puede utilizar una combinación apropiada de los métodos descritos anteriormente. Por ejemplo, se le puede indicar al UE a través de una capa superior que puede transmitir múltiples PUSCH o segmentos PUSCH que se multiplexan tanto en el tiempo como en el espacio.

25 Indicación del puerto de antena para multiplexación PUSCH

Las siguientes realizaciones analizan la indicación del puerto de antena para los esquemas de multiplexación descritos anteriormente cuando el nodo de red programa una o más transmisiones PUSCH al UE.

30 Según una realización, el UE está configurado, por el gNB, para recibir un PDCCH o una concesión de capa superior que programa n ($n > 1$) transmisiones PUSCH utilizando uno de los esquemas de multiplexación propuestos anteriormente. El PDCCH único o la concesión de capa superior indica n recursos SRS diferentes, en donde cada recurso SRS puede estar asociado con una ocasión de transmisión PUSCH. Cada ocasión de transmisión PUSCH la lleva a cabo el UE utilizando el puerto o puertos SRS que están asociados con el recurso SRS correspondiente. Los n recursos SRS se pueden indicar a través del indicador de recursos SRS, el campo SRI o un nuevo campo en el PDCCH o en la concesión de capa superior de programación. Los n recursos SRS pueden estar asociados con el mismo conjunto de recursos SRS o con diferentes conjuntos de recursos SRS. Un caso especial de este método es la indicación de hasta n recursos SRS. En un primer ejemplo, un único PDCCH o concesión de capa superior puede indicar $1 < n \leq n$ recursos SRS diferentes, en donde cada ocasión de transmisión PUSCH está asociada con uno de los n recursos SRS. Cuando $n \leq n$, un solo recurso SRS puede estar asociado con más de una ocasión de transmisión PUSCH. En un segundo ejemplo, un único PDCCH o concesión de capa superior puede indicar $1 < n \leq n$ grupos de recursos SRS, en donde cada grupo comprende uno o más recursos SRS y en donde cada ocasión de transmisión PUSCH está asociada con uno de los grupos de uno o más recursos SRS. Cuando $n < n$, un grupo de recursos SRS puede estar asociado con más de una ocasión de transmisión PUSCH. Aquí, cada grupo de recursos SRS puede pertenecer a un conjunto de recursos SRS diferente. En un caso especial, los recursos SRS pueden indicarse a través de uno o más campos SRI.

50 Por ejemplo, cuando dos ocasiones de transmisión PUSCH de un PUSCH se programan a través de un PDCCH que indica dos recursos SRS, donde el primer y segundo recurso SRS están asociados con el puerto o puertos de antena $p_{1,0}, \dots, p_{1,R1}$ y $p_{2,0}, \dots, p_{2,R2}$, respectivamente, la primera ocasión PUSCH se transmite utilizando los puertos $p_{1,0}, \dots, p_{1,R1}$ (que están asociados con el primer recurso SRS) y la segunda ocasión PUSCH se transmite utilizando los puertos $p_{2,0}, \dots, p_{2,R2}$ (que están asociados con el segundo recurso SRS).

55 Una transmisión PUSCH basada en diversidad puede configurarse/indicarse de la siguiente manera:

según una realización, el UE está configurado para recibir un PDCCH o una concesión de capa superior que programa una única ocasión de transmisión PUSCH junto con una indicación de n ($n > 1$) recursos SRS, en donde la indicación de los recursos SRS puede realizarse utilizando el campo indicador de recursos SRS o un nuevo campo en el PDCCH o en la concesión de capa superior de programación. La transmisión del j -ésimo segmento PUSCH se realiza utilizando los puertos SRS asociados con el j -ésimo recurso SRS indicado a través del PDCCH o de la concesión de capa superior de programación. El UE puede configurarse con el esquema descrito anteriormente (1-2) o con el esquema (3-2), o con el esquema (4-2).

65 Por ejemplo, cuando un PUSCH se programa a través de un PDCCH que indica dos recursos SRS, donde el primer y segundo recursos SRS están asociados con el puerto o puertos de antena $p_{1,0}, \dots, p_{1,R1}$ y $p_{2,0}, \dots, p_{2,R2}$, respectivamente, un primer segmento PUSCH se transmite utilizando los puertos $p_{1,0}, \dots, p_{1,R1}$ (que están

asociados con el primer recurso SRS) y un segundo segmento PUSCH se transmite utilizando los puertos $p_{2,0}, \dots, p_{2,R2}$ (que están asociados con el segundo recurso SRS).

5 En otro método, todas las transmisiones PUSCH (ocasiones de transmisión PUSCH segmentadas o completas) pueden realizarse a través de los puertos de antena asociados con un único recurso SRS.

10 Según una realización, el UE está configurado para recibir un único PDCCH o una concesión de capa superior que programa n ($n \geq 1$) transmisiones PUSCH (ocasiones de transmisión PUSCH segmentadas o completas), y el PDCCH o la concesión de capa superior indica solo un único recurso SRS. Todas las transmisiones PUSCH se realizan en el mismo puerto o puertos de antena correspondientes al puerto o puertos SRS asociados con el recurso SRS indicado.

15 Tal programación puede ocurrir a los UE que estén equipados solamente con un único puerto de antena, o a los UE donde solo se configura un único recurso SRS en el conjunto de recursos SRS asociados. También puede ser deseable desde la perspectiva del programador proporcionar la opción de multiplexar el PUSCH o los PUSCH en tiempo/frecuencia/espacio dentro de un conjunto deseado de puerto o puertos de antena, en donde todos los puertos pueden estar asociados con el mismo recurso.

20 También se pueden incluir instrucciones en el PDCCH o en la concesión de capa superior de programación para UE con limitaciones en términos de los puertos de antena con los que está equipado el UE o la cantidad de recursos SRS o conjuntos de recursos SRS con los que se puede configurar el UE (la capacidad del UE puede restringir la configuración de capa superior que puede recibir con respecto a SRS). Las siguientes realizaciones proporcionan las restricciones en cuestión.

25 Según una realización ejemplar, cuando el UE recibe un único PDCCH o una concesión de capa superior que programa n ($n \geq 1$) transmisiones PUSCH (ocasiones de transmisión PUSCH segmentadas o completas), el UE espera que el PDCCH o la concesión de capa superior de programación no indique un recurso SRS. El recurso SRS es conocido a priori por el UE, es decir, el UE utiliza un recurso SRS predeterminado que está definido en la especificación, o solo hay un recurso SRS configurado a través de una capa superior al UE en el conjunto de recursos SRS asociado con el PDCCH o la concesión de capa superior de programación. El conjunto de recursos SRS asociado con un PDCCH o una concesión de capa superior de programación PUSCH es el que se utiliza para sondear el canal de UL, más recientemente antes de la recepción del PDCCH o la concesión de capa superior que programa el PUSCH o los PUSCH (el parámetro de uso puede tener que coincidir con la configuración de transmisión PUSCH correspondiente).

35 Según una realización ejemplar, el UE no espera recibir un único PDCCH o una única concesión de capa superior que indique el recurso o recursos SRS para la transmisión o transmisiones PUSCH programadas cuando el UE está configurado con solo un recurso SRS en el conjunto de recursos SRS asociado con el PDCCH o la concesión de capa superior de programación o con solo un puerto SRS.

40 Según otra realización ejemplar, si uno o más conjuntos de recursos SRS están asociados con el PDCCH o la concesión de capa superior que programa la ocasión u ocasiones de transmisión PUSCH o si uno o más conjuntos de recursos SRS están asociados con cualquiera de la ocasión u ocasiones de transmisión PUSCH, el UE no espera que se le proporcione uno o más indicadores o uno o más campos que indiquen en el PDCCH o en la concesión de capa superior de programación un recurso SRS de un conjunto de recursos SRS asociado que comprende solo un recurso SRS.

50 Con tal restricción con respecto a la programación del PUSCH, no todas las técnicas de multiplexación anteriores pueden ser aplicables. Por ejemplo, con los UE de puerto único o los UE que pueden configurarse con solo una configuración de recurso SRS a través de una capa superior, solo pueden ser posibles transmisiones de múltiples PUSCH basadas en FDM o TDM. Puede que no sean posibles transmisiones de múltiples PUSCH de multiplexación espacial, ya que el UE no tiene una cantidad suficiente de puertos de antena o recursos SRS para recibir la indicación.

55 Las restricciones propuestas anteriormente en el PDCCH o en la concesión de capa superior de programación para UE con limitaciones en términos de los puertos de antena con los que está equipado el UE o la cantidad de recursos SRS o conjuntos de recursos SRS con los que se puede configurar el UE (la capacidad del UE puede restringir la configuración de capa superior que puede recibir con respecto a SRS).

60 Indicación de configuración de transmisión de enlace ascendente para multiplexación PUSCH

65 A continuación, se propone un marco para la indicación de relación espacial, puertos de antena y referencia de pérdida de trayectoria RS para una o más transmisiones PUSCH basadas en un marco de estado de indicación de configuración de transmisión de enlace ascendente (TCI-UL). Un estado TCI-UL, similar a su contraparte DL, puede indicar la configuración para una transmisión de enlace ascendente que comprende al menos uno de los siguientes parámetros de transmisión que se han de utilizar para una o más transmisiones PUSCH: puerto o

puertos DMRS, puerto o puertos de antena, relación espacial y referencia de pérdida de trayectoria RS. El puerto o puertos de antena o DMRS pueden indicarse en el TCI-UL a través de una señal de referencia o un recurso de canal en el UL o DL. El TCI-UL, además de los parámetros anteriores, también puede proporcionar uno o más parámetros de control de potencia, tales como alfa, p_0 o índice de control de potencia de bucle cerrado.

5 Por ejemplo, cuando el estado TCI-UL indica una RS DL (una RS-CSI o una SSB) o un canal DL (un CORESET) como referencia, a continuación el UE utilizará los puertos de antena utilizados para la recepción de dicha RS DL o canal DL para la transmisión del PUSCH. De manera similar, cuando el estado TCI-UL comprende una RS UL (un SRS) o un canal UL (recurso PUCCH) como referencia, a continuación el UE utilizará los puertos de antena utilizados para la transmisión de dicha RS UL o canal UL para la transmisión del PUSCH. Por lo tanto, una
10 mención de "puerto o puertos de antena indicados por un estado TCI-UL" en la presente descripción se refiere a los puertos de antena asociados con una transmisión o recepción de la RS o recurso de canal indicado por el estado TCI-UL. Asimismo, el estado TCI-UL puede indicar la referencia de pérdida de trayectoria o la relación espacial para una transmisión UL utilizando señales de referencia DL o UL y/o recursos de canal.

15 Los estados TCI-UL pueden configurarse para el UE y, opcionalmente, seleccionarse a través de una capa superior e indicarse a través del PDCCH. Por lo tanto, el PDCCH puede comprender un campo de indicación de estado TCI-UL (por ejemplo, en la DCI) para programar una o más transmisiones PUSCH. El estado TCI-UL, de forma independiente o junto con una indicación de puerto basada en SRI, se puede utilizar en la programación de
20 las transmisiones PUSCH.

Según una realización, el UE está configurado para recibir un único PDCCH que programa n ($n > 1$) transmisiones PUSCH (ocasiones de transmisión PUSCH segmentadas o completas), en donde el PDCCH de programación comprende un campo TCI-UL (en la DCI), en donde cada punto de código del campo se asigna a
25 hasta n estados TCI-UL, y en donde cada estado TCI-UL indica al menos uno de los siguientes parámetros de transmisión: puerto o puertos DMRS, puerto o puertos de antena, relación espacial y referencia de pérdida de trayectoria RS. Esto significa que un primer estado TCI-UL indicado por el punto de código puede estar asociado con una primera transmisión PUSCH, un segundo estado TCI-UL indicado por el punto de código puede estar asociado con una segunda transmisión PUSCH, y así sucesivamente. Cada transmisión PUSCH se realiza
30 utilizando la configuración de transmisión indicada en el estado TCI-UL asociado.

Se puede introducir un parámetro similar en una concesión de capa superior que programe transmisiones de múltiples PUSCH.

35 Según una realización, el UE está configurado para recibir una concesión de capa superior que programa n ($n > 1$) transmisiones PUSCH (ocasiones de transmisión PUSCH segmentadas o completas), en donde un parámetro en la configuración indica hasta n estados TCI-UL y en donde cada estado TCI-UL indica al menos uno de los siguientes parámetros de transmisión:

40 puerto o puertos DMRS, puerto o puertos de antena, relación espacial y referencia de pérdida de trayectoria RS. Esto significa que un primer estado TCI-UL indicado por el punto de código puede estar asociado con una primera transmisión PUSCH, un segundo estado TCI-UL indicado por el punto de código puede estar asociado con una segunda transmisión PUSCH, y así sucesivamente.

45 Como alternativa, el puerto o puertos de antena que se han de aplicar para cada transmisión PUSCH pueden indicarse mediante el campo indicador de recursos SRS (en la DCI o en la concesión de capa superior) en lugar del campo de estado TCI-UL. Por ejemplo, un PDCCH o concesión de capa superior que programa n transmisiones PUSCH puede indicar el puerto o puertos de antena que se han de utilizar para cada transmisión PUSCH indicando hasta n recursos SRS a través del campo SRI en la DCI o la concesión de capa superior y la relación o relaciones espaciales utilizadas para las n transmisiones PUSCH pueden indicarse a
50 través del campo TCI-UL en la DCI o un parámetro de capa superior que indica estados TCI-UL. El campo SRI (el campo en la DCI o el parámetro SRI en la concesión de capa superior) puede asignarse a hasta n recursos SRS. Esto significa que un primer valor del campo SRI puede estar asociado con un primer grupo de $n_1 \leq n$ recursos SRS, un segundo valor del campo SRI puede estar asociado con un segundo grupo de $n_2 \leq n$ recursos SRS, y así sucesivamente. El puerto o puertos de antena indicados por un recurso SRS proporcionado por el campo SRI o un punto de código del campo SRI se pueden utilizar para la transmisión del PUSCH en al menos una de las n ocasiones PUSCH programadas. Esto significa que, cuando el número de recursos SRS indicados es menor que n , más de una ocasión de transmisión PUSCH puede estar asociada con un recurso SRS.

60 En un ejemplo diferente, un PDCCH o concesión de capa superior que programa n transmisiones PUSCH puede indicar $\sum_{i=1}^{n'} n_i$ recursos SRS. La indicación puede ser proporcionada por $1 \leq n' \leq n$ campos indicadores de recursos SRS. Un punto de código de un j -ésimo campo SRI puede indicar hasta $n_{i,\max} \geq n_i$ recursos SRS o hasta n' grupos de recursos SRS con uno o más recursos en cada grupo. Los puertos de antena indicados por un campo SRI dado (es decir, el puerto o puertos SRS asociados con los recursos SRS indicados a través del campo SRI) o un grupo dado de recursos SRS (es decir, el puerto o puertos SRS asociados con los recursos SRS)
65

5 pueden estar asociados con la transmisión del PUSCH en al menos una de las n ocasiones PUSCH programadas. Cuando $n < n$, los puertos de antena indicados por un campo SRI dado (es decir, el puerto o puertos SRS asociados con los recursos SRS indicados a través del campo SRI) o un grupo dado de recursos SRS (es decir, el puerto o puertos SRS asociados con los recursos SRS) pueden estar asociados con la transmisión del PUSCH en al menos una de las ocasiones PUSCH programadas.

10 En una alternativa, un PDCCH o una concesión de capa superior que programa n transmisiones PUSCH (ocasiones de transmisión PUSCH segmentadas o completas) puede indicar tanto el puerto o puertos de antena como la relación o relaciones espaciales que se han de utilizar para las n transmisiones PUSCH a través del campo TCI-UL en la DCI o un parámetro en la configuración de la concesión de capa superior que indica los estados TCI-UL. Los puntos de código del campo TCI-UL en la DCI o el valor del parámetro en la configuración de la concesión de capa superior pueden indicar/asignar hasta n estados TCI-UL, donde cada estado TCI-UL indica el puerto o puertos y la relación o relaciones espaciales que se han de utilizar para la transmisión PUSCH correspondiente. Esto significa que un primer punto de código de dicho campo DCI o un primer valor de dicho parámetro de capa superior puede estar asociado con un primer grupo de $n_1 \leq n$ estados TCI-UL y $n_1 \leq n$ recursos SRS, un segundo punto de código de dicho campo DCI o un segundo valor de dicho parámetro de capa superior puede estar asociado con un segundo grupo de $n_2 \leq n$ estados TCI-UL y $n_2 \leq n$ recursos SRS, y así sucesivamente.

20 La transmisión del i -ésimo PUSCH se realiza a través de los puertos de antena asociados con el i -ésimo recurso SRS indicado por el campo SRI o los puertos de antena indicados por el i -ésimo estado TCI-UL indicado por el campo TCI-UL en la DCI de programación.

25 Una transmisión PUSCH basada en diversidad se puede configurar/indicar de la siguiente manera utilizando el enfoque de estado TCI-UL anterior.

30 Según una realización, el UE está configurado para recibir un PDCCH o una concesión de capa superior que programa una única ocasión de transmisión PUSCH junto con una indicación de n ($n > 1$) estados TCI-UL diferentes, en donde el i -ésimo estado TCI-UL está asociado con un i -ésimo segmento del PUSCH programado. El UE realiza la transmisión del i -ésimo segmento del PUSCH con la configuración de transmisión indicada en el i -ésimo estado TCI-UL indicado a través del PDCCH o de la concesión de capa superior de programación. El UE puede configurarse con el esquema descrito anteriormente (1-2) o con el esquema (3-2), o con el esquema (4-2). Las alternativas descritas anteriormente para la indicación de la relación espacial y los puertos de antena con varias combinaciones de las indicaciones de estado SRI y TCI-UL también son aplicables para el caso en que se programan n ($n > 1$) segmentos PUSCH en lugar de n transmisiones PUSCH.

Indicación de puertos DMRS para transmisiones de múltiples PUSCH

40 Las siguientes realizaciones describen la indicación del puerto DMRS que se requiere para la correspondencia de capas de las transmisiones PUSCH. En las siguientes realizaciones se presentan diferentes ejemplos de indicación y correspondencia de puertos de antena y DMRS para transmisiones de múltiples PUSCH y/o PUSCH segmentados.

45 Según una realización, el UE es indicado, a través de un PDCCH o una concesión de capa superior para PUSCH, con p ($p \geq 1$) puerto o puertos DMRS y q ($q \geq 1$) puerto o puertos de antena (SRS), en donde el puerto o puertos DMRS se agrupan en $m \leq p$ grupo o grupos de puertos DMRS multiplexados por división de código (CDMed) para n ($n \geq 1$) transmisión o transmisiones PUSCH (ocasiones de transmisión PUSCH segmentada o completa). El puerto o puertos de antena que se han de utilizar para la transmisión o transmisiones se pueden indicar a través de (a) el campo indicador de recursos SRS en el PDCCH o la concesión de capa superior que puede indicar hasta $l \leq q$ recursos SRS, o (b) un campo DCI o un parámetro de capa superior que indica hasta $l \leq q$ estados TCI-UL.

50 Dependiendo de la indicación de los puertos de antena, los grupos CDM de los puertos DMRS indicados y varios otros criterios, se puede determinar la correspondencia entre los puertos DMRS y los puertos de antena.

55 Transmisión de un único puerto

60 Según una realización, el UE está configurado para recibir un PDCCH o una concesión de capa superior que indica p puerto o puertos DMRS y $q = p$ puerto o puertos de antena para n ($n \geq 1$) transmisiones PUSCH (ocasiones de transmisión PUSCH segmentadas o completas), en donde el q puerto o puertos de antena se indican a través de un campo indicador de recursos SRS (SRI) presente en la DCI o la concesión de capa superior que programa el PUSCH o los PUSCH. El puerto o puertos de antena están asociados con los q recursos SRS indicados utilizando el campo SRI, donde cada recurso SRS está configurado con un puerto SRS. Por lo tanto, se puede realizar una correspondencia uno a uno entre el puerto o puertos de antena y el puerto o puertos DM-RS. Cuando los puertos DMRS y de antena se indican para $n > 1$ ocasiones de transmisión PUSCH y $n = p$, cada PUSCH se transmite utilizando un único puerto DM-RS y el puerto de antena asociado. Cuando los puertos

DMRS y de antena se indican para una única ocasión de transmisión PUSCH $n = 1$, y $q > 1$ puertos se indican a través de q recursos SRS, el UE transmite q segmentos PUSCH, cada segmento se transmite utilizando un único puerto DM-RS y un puerto de antena asociado.

- 5 Según otra realización, el UE está configurado para recibir un PDCCH o una concesión de capa superior que indica p puertos DMRS y $q = p$ puertos de antena para $n = p$ transmisiones PUSCH (ocasiones de transmisión PUSCH segmentadas o completas), en donde los q puertos de antena se indican a través de un campo que indica hasta n estados TCI-UL en la DCI o en la concesión de capa superior. Los puertos de antena están asociados con los n estados TCI-UL indicados a través del PDCCH o de la concesión de capa superior de programación, donde
 10 cada estado TCI-UL indica un puerto de antena. Por lo tanto, se puede realizar una correspondencia uno a uno entre el puerto o puertos de antena y los puertos DM-RS. Cuando los puertos DMRS y de antena se indican para $n > 1$ ocasiones de transmisión PUSCH y $n = p$, cada PUSCH se transmite utilizando un único puerto DM-RS y el puerto de antena asociado. Cuando los puertos DMRS y de antena se indican para una única ocasión de transmisión PUSCH $n = 1$, y $q > 1$ puertos se indican a través de q recursos SRS, el UE transmite q segmentos
 15 PUSCH, cada segmento se transmite utilizando un único puerto DM-RS y un puerto de antena asociado.

Transmisión de un único puerto o de múltiples puertos

- 20 Como se describe en la presente memoria, el UE se indica con p puerto o puertos DMRS que pertenecen a m ($m \geq 1$) grupo o grupos CDM y q puerto o puertos de antena, en donde el q puerto o puertos de antena están asociados con $l = m$ recurso o recursos SRS, y el l recurso o recursos SRS se indican a través de un campo indicador de recurso SRS (SRI) presente en la DCI o en la de concesión de capa superior que programa el PUSCH o los PUSCH. El puerto o puertos DMRS asociados con el i -ésimo grupo CDM se asignan al puerto o puertos de antena correspondientes a los puertos SRS asociados con el i -ésimo recurso SRS indicado.

- 25 Cuando el DMRS y el puerto o puertos de antena se indican para $n > 1$ ocasiones de transmisión PUSCH y $n = m$, el i -ésimo PUSCH se transmite utilizando el puerto o puertos DMRS correspondientes al i -ésimo grupo CDM y los puertos de antena asociados con el j -ésimo recurso SRS indicado. Cuando se indican el puerto o puertos DMRS y de antena para $n = 1$ ocasión de transmisión PUSCH, y se transmiten l segmentos del PUSCH donde $l = m$,
 30 el i -ésimo segmento PUSCH se transmite utilizando los puertos DMRS correspondientes al i -ésimo grupo CDM y el puerto o puertos de antena asociados con el i -ésimo recurso SRS.

- 35 Como se describe en la presente memoria, el UE se indica con p puerto o puertos DMRS que pertenecen a m ($m \geq 1$) grupo o grupos CDM y q puerto o puertos de antena, en donde el q puerto o puertos de antena están asociados con $l = m$ estado o estados TCI-UL y el l estado o estados TCI-UL se indican a través de un campo que indica hasta l estado o estados TCI-UL en la DCI o en la concesión de capa superior que programa los PUSCH. El puerto o puertos DMRS asociados con el i -ésimo grupo CDM se asignan al puerto o puertos de antena correspondientes al puerto o puertos de antena asociados con el i -ésimo estado TCI-UL indicado.

- 40 Cuando el DMRS y el puerto o puertos de antena se indican para $n > 1$ ocasiones de transmisión PUSCH y $n = m$, el i -ésimo PUSCH se transmite utilizando el puerto o puertos DMRS correspondientes al i -ésimo grupo CDM y los puertos de antena asociados con el j -ésimo estado TCI-UL indicado. Cuando se indican el puerto o puertos DMRS y de antena para $n = 1$ ocasión de transmisión PUSCH, y se transmiten l segmentos del PUSCH donde $l = m$,
 45 el i -ésimo segmento PUSCH se transmite utilizando el puerto o puertos DMRS correspondientes al i -ésimo grupo CDM y el puerto o puertos de antena asociados con el i -ésimo estado TCI-UL.

Los métodos anteriores se pueden utilizar para programar transmisiones PUSCH utilizando cualquiera de las técnicas de multiplexación (TDM, FDM o SDM) analizadas anteriormente.

- 50 Según otra realización, el UE está configurado para recibir un único PDCCH, o configurado con una concesión de capa superior, programando n ($n \geq 1$) ocasiones de transmisión PUSCH, en donde el UE está configurado para recibir una indicación de m puertos DMRS ($m \geq 1$) y para realizar cada transmisión PUSCH utilizando los m puertos DMRS indicados, es decir, se utiliza el mismo conjunto de puertos DMRS para la transmisión de todas las n transmisiones PUSCH. Dependiendo de la cantidad de transmisiones PUSCH programadas y/o la indicación
 55 del puerto de antena, se puede determinar la correspondencia del puerto DMRS y de antena. Esto significa que todas las transmisiones PUSCH tienen el mismo número de capas o flujos de datos.

- 60 Cuando se programan $n > 1$ transmisiones PUSCH y q puerto o puertos de antena se indican a través de un campo SRI o un campo de indicación de estado TCI-UL en el PDCCH o en la concesión de capa superior de programación que indican hasta $l = n$ recursos SRS o estados TCI-UL respectivamente, cada transmisión PUSCH se realiza utilizando el mismo conjunto de m puertos DMRS indicados y los puertos de antena asociados con el i -ésimo recurso SRS o el i -ésimo estado TCI-UL.

- 65 Cuando se programan $n = 1$ transmisiones PUSCH y q puerto o puertos de antena se indican a través de un campo SRI o un campo de indicación de estado TCI-UL en el PDCCH o en la concesión de capa superior de programación que indican hasta $l > n$ recursos SRS o estados TCI-UL respectivamente, el UE realiza la

transmisión de l segmentos PUSCH, en donde se transmite en el mismo conjunto de m puertos DMRS indicados y los puestos de antena asociados con el i -ésimo recurso SRS o i -ésimo estado TCI-UL.

En el método anterior, solo se puede utilizar 1 puerto DMRS para todas las ocasiones de transmisión.

5

En las siguientes realizaciones, se propone que el UE pueda aplicar una precodificación entre los puertos DMRS y los puertos de antena/SRS.

10

Según una realización, cuando un UE está configurado para realizar una o más transmisiones PUSCH o la transmisión de uno o más segmentos PUSCH a través de un único PDCCH o una concesión de capa superior, en donde el UE conoce una cierta correspondencia entre los puertos DMRS y de antena para las transmisiones PUSCH, como se describe en uno o más de los métodos anteriores, y en donde el PDCCH o la concesión de capa superior de programación no proporciona el vector o matriz de precodificación que se ha de aplicar para al menos una de las transmisiones PUSCH (o segmento PUSCH) programadas, el UE puede aplicar una matriz o vector de precodificador predeterminado especificado o la matriz o vector de precodificador se puede dejar a la implementación del UE.

15

Por ejemplo, cuando el número de puertos DMRS y puertos SRS es idéntico, la matriz o vector de precodificador que se ha de utilizar por el UE para la transmisión PUSCH es dado por una identidad o una matriz diagonal, es decir, la matriz o vector de precodificación para el j -ésimo PUSCH asociado con x puertos DMRS que están

20

asignados a x puertos de antena es dado por: $F_i = \frac{1}{\sqrt{x}} I_x$ o $F_i = \begin{bmatrix} \alpha_1 & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & \alpha_x \end{bmatrix}$, donde $\sum_{i=1}^x |\alpha_i|^2 = 1$. x puede tomar cualquier valor adecuado tal como cualquier valor entero. Este ejemplo se aplica principalmente en el caso PUSCH no basado en libro de códigos, ya que la cantidad de puertos SRS/antena asociados con un PUSCH en ese caso es igual a la cantidad de capas PUSCH transmitidas, que a su vez es igual a la cantidad de puertos DMRS. Los recursos SRS asociados con una ocasión de transmisión PUSCH en un caso sin libro de códigos comprenden solo un puerto SRS/antena por recurso y la cantidad de recursos también puede indicar la cantidad de capas PUSCH transmitidas.

25

En otro ejemplo, se puede especificar que la matriz o vector de precodificación para dicha transmisión PUSCH se obtiene a partir de una de las matrices o vectores de precodificación en el libro de códigos para el número dado de puertos DMRS y de antena para dicha transmisión.

30

Según otra realización, el UE está configurado para recibir una indicación de hasta $m \geq n$ puertos DMRS, $p \geq m$ puertos de antena y n matrices o vectores de precodificación $\{F_1, \dots, F_n\}$ que asignan m puertos DMRS a p puertos de antena para n ($n > 1$) transmisiones PUSCH o n ($n > 1$) segmentos de una única transmisión PUSCH a través de un único PDCCH o a través de una concesión de capa superior, en donde los puertos de antena se indican a través de un campo indicador de recursos SRS (SRI) presente en la DCI de programación o la concesión de capa superior, o a través de un campo que indica hasta n estados TCI-UL en la DCI de programación o en la concesión de capa superior. Las matrices de precodificación pueden ser indicadas por el nodo de red a través del campo "Precodificación y número de capas" en la DCI de programación o la concesión de capa superior, donde el punto de código del campo en la DCI o el valor del parámetro en la concesión de capa superior pueden indicar hasta n matrices de precodificación. Por ejemplo, la primera matriz de precodificación está asociada con una primera transmisión PUSCH (o segmento PUSCH), la segunda matriz de precodificación con una segunda transmisión PUSCH (o segmento PUSCH), y así sucesivamente. En otro ejemplo, las matrices de precodificación pueden ser indicadas por el nodo de red a través del campo "Precodificación y número de capas" en la DCI de programación o en la concesión de capa superior, donde el campo se divide en múltiples partes o particiones y cada parte proporciona una matriz de precodificación y cada matriz de precodificación puede estar asociada con al menos una ocasión o segmento de transmisión PUSCH.

35

40

45

En un escenario ejemplar, un PDCCH o una concesión de capa superior puede programar dos transmisiones PUSCH, e indica los puertos DMRS $\{p_0, p_1, p_2\}$ junto con cuatro puertos de antena (a través de la indicación SRI o TCI-UL como se ha mencionado anteriormente). El PDCCH o la concesión de capa superior también indica los

50

precodificadores $F_1 = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix}$ y $F_2 = \begin{bmatrix} b_{11} \\ b_{21} \end{bmatrix}$ para las dos transmisiones PUSCH. El primer PUSCH se transmite utilizando los puertos DMRS p_0 y p_1 que están asignados a los primeros dos puertos SRS utilizando la matriz de precodificación F_1 , y el segundo PUSCH se transmite utilizando el puerto DMRS p_2 que está asignado a los otros dos puertos SRS utilizando la matriz de precodificación F_2 . En otro ejemplo, un PDCCH o una concesión de capa superior puede programar una transmisión PUSCH, e indica los puertos DMRS $\{p_0, p_1, p_2\}$ junto con cuatro puertos de antena (a través de la indicación SRI o TCI-UL como se ha mencionado anteriormente). El PDCCH o la concesión de capa superior de programación también indica los precodificadores

55

$F_1 = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix}$ y $F_2 = \begin{bmatrix} b_{11} \\ b_{21} \end{bmatrix}$ para las dos transmisiones PUSCH. Se transmiten dos segmentos del PUSCH

60

donde los puertos DMRS p_0 y p_1 se asignan a los dos primeros puertos SRS utilizando la matriz de precodificación F_1 para el primer segmento, y el puerto DMRS p_2 se asigna a los otros dos puertos SRS utilizando la matriz de precodificación F_2 para el segundo segmento.

- 5 En el ejemplo dado, los puertos DMRS se pueden dividir entre transmisiones de múltiples PUSCH o múltiples segmentos de un único PUSCH considerando los grupos CDM de los puertos DMRS indicados.

10 Los métodos de indicación de puerto de antena y DMRS anteriores se pueden combinar con cualquiera de los esquemas de multiplexación descritos anteriormente para programar una transmisión PUSCH segmentada o transmisiones de múltiples PUSCH.

15 Con los métodos de indicación de puerto anteriores, es posible especificar métodos para cambiar dinámicamente entre transmisiones de un único TRP y de múltiples TRP para transmisiones PUSCH basadas y no basadas en libro de códigos.

20 Según algunas realizaciones ejemplares, el UE espera recibir un único PDCCH o una concesión de capa superior que programa n ($n \geq 1$) transmisiones PUSCH (transmisiones de múltiples PUSCH o múltiples segmentos de una única transmisión PUSCH) cuando el UE está configurado con el parámetro de capa superior "txConfig" cuyo valor se establece en "libro de códigos" o "sin libro de códigos".

25 Por ejemplo, el UE puede recibir un PDCCH utilizando el formato DCI 0_1 o utilizando un formato DCI recientemente introducido o una concesión de capa superior que programa n transmisiones PUSCH ($n \geq 1$), cuando el UE está configurado con "libro de códigos" o "sin libro de códigos" para el parámetro de capa superior "txConfig". Cuando el UE está configurado con un PUSCH basado o no basado en libro de códigos, dependiendo de la indicación de uno o más de los siguientes parámetros por el PDCCH o la concesión de capa superior de programación, el UE puede transmitir un único PUSCH sin segmentación o realizar transmisiones PUSCH segmentadas/múltiples: puertos DMRS, puertos de antena, información de precodificación, comandos TPC. Por ejemplo, cuando el UE es indicado con 2 matrices de precodificación para una programación PUSCH basada en libro de códigos, el UE puede realizar transmisión o transmisiones PUSCH segmentadas/múltiples y cuando el UE es indicado con 1 matriz de precodificación para una programación PUSCH basada en libro de códigos, el UE puede realizar una única transmisión PUSCH no segmentada.

35 Como se describe en la presente memoria, cuando al UE es indicado con puertos DMRS de múltiples grupos CDM para una programación PUSCH no basada en libro de códigos, el UE puede realizar transmisión o transmisiones PUSCH segmentadas/múltiples y cuando el UE es indicado con puertos DMRS dentro del mismo grupo CDM para una programación PUSCH no basada en libro de códigos, el UE puede realizar una única transmisión PUSCH no segmentada. Este método puede allanar el camino para el cambio dinámico entre la programación PUSCH de un único TRP y de múltiples TRP basada/no basada en libro de códigos.

40 Indicación de control de potencia para transmisiones de múltiples PUSCH

45 Otro parámetro de interés es el comando de control de potencia de transmisión que proporciona la rampa o reducción de potencia en la transmisión PUSCH con respecto a las transmisiones anteriores. Esto se realiza de forma independiente para cada transmisión PUSCH, lo que significa que el PDCCH de programación indica tantos comandos TPC como la cantidad PUSCH o segmentos PUSCH programados.

50 Según una realización, el UE está configurado para recibir un PDCCH o una concesión de capa superior que programa n ($n > 1$) transmisiones PUSCH o una única transmisión PUSCH con n ($n > 1$) segmentos, en donde el PDCCH de programación puede indicar n comandos TPC correspondientes a las n transmisiones PUSCH o n segmentos de una única transmisión PUSCH. El PDCCH o la concesión de capa superior de programación puede comprender un campo de p bits, que puede ser el campo de comando TPC existente u otro campo, cuyos puntos de código se asignan a hasta n comandos TPC para las n transmisiones PUSCH o n segmentos PUSCH programados por el PDCCH. La correspondencia de los puntos de código de dicho campo a los n comandos TPC puede ser ya conocida por el UE (cada punto de código se especifica con los comandos TPC a los que se asigna de forma predeterminada) o la correspondencia puede configurarse o indicarse al UE a través de una capa superior (por ejemplo, señalización MAC (Control de acceso al medio), RRC (Control de recursos de radio)).

60 Según otra realización, los comandos TPC para transmisiones de múltiples PUSCH (o segmentos de una transmisión PUSCH) pueden indicarse a través del formato DCI 2_2 que se utiliza exclusivamente para indicar comandos TPC para PUCCH o PUSCH.

65 Según una realización, el UE está configurado para recibir un PDCCH con formato DCI 2_2 en donde la DCI indica hasta n ($n > 1$) comandos TPC. El campo que indica los n comandos TPC en la DCI puede ser el campo de comando TPC existente o un campo nuevo. Los hasta n comandos TPC indicados se pueden aplicar para hasta n transmisiones PUSCH, o n segmentos de una transmisión PUSCH, que se pueden programar a través de un único PDCCH o una concesión de capa superior. La correspondencia de los puntos de código de dicho campo

en la DCI a los n comandos TPC puede ya ser conocida por el UE (cada punto de código se especifica con los comandos TPC a los que se asigna por defecto) o la correspondencia puede ser configurada o indicada al UE a través de una capa superior (por ejemplo, MAC, RRC).

- 5 Según una realización ejemplar, el campo que indica los n ($n > 1$) comandos TPC en un formato DCI puede extenderse desde un campo de p bits a un campo de np bits donde el i -ésimo patrón de p bits indica el comando TPC para la i -ésima transmisión PUSCH y la correspondencia del patrón de p bits al comando TPC es especificada y es conocida por el UE. Por ejemplo, el valor de p puede ser igual a 2 y cuando se debe indicar la rampa/reducción de potencia para 2 transmisiones PUSCH, la indicación DCI puede tener un tamaño de 4 bits y los primeros 2 bits indican el comando TPC para una primera transmisión PUSCH y los segundos 2 bits para una segunda transmisión PUSCH, donde la correspondencia de los 2 bits a un comando TPC puede ser según la especificación en [2-3]. El campo de np bits puede comprender n campos separados con p bits en cada campo.

Indicación de parámetros varios para multiplexación PUSCH

- 15 Versión de redundancia

20 Cuando se programan transmisiones de múltiples del mismo bloque de transporte PUSCH mediante un único PDCCH o una concesión de capa superior, la versión de redundancia con la que se asocia cada transmisión PUSCH puede ser diferente. Cuando se transmite el mismo bloque de transporte PUSCH con diferentes versiones de redundancia, el receptor obtiene diferentes conjuntos de bits de paridad añadidos por un codificador de canal que proporciona diversidad en la decodificación del bloque de transporte PUSCH, mejorando así el rendimiento de decodificación. La indicación de la versión de redundancia para el PUSCH se puede realizar utilizando una combinación de señalización de capa superior y de capa PHY.

- 25 Según una realización, el UE está configurado para recibir un único PDCCH o una concesión de capa superior que programan ($n > 1$) ocasiones de transmisión PUSCH. Se pueden indicar hasta n versiones de redundancia (RV) para las n transmisiones PUSCH. Todos los valores de RV pueden indicarse en el PDCCH o en la concesión de capa superior de programación. Como alternativa, los valores de RV pueden indicarse mediante una combinación de señalización de capa física y capa superior. A continuación se proponen diferentes esquemas para la indicación de las RV.

- 30 En un método, la RV para una de las transmisiones PUSCH se puede configurar o indicar a través de una capa superior, y las RV para las transmisiones PUSCH restantes se pueden indicar a través del campo de indicación de RV en el PDCCH o en la concesión de capa superior, en donde el valor del campo RV se puede asignar a valores de desplazamiento de RV específicos (la diferencia en la RV con respecto al valor de RV indicado) con respecto a la RV de la primera transmisión PUSCH.

- 35 En otro método, la RV para una de las transmisiones PUSCH se indica a través del PDCCH o de la concesión de capa superior de programación, y la versión de redundancia de las transmisiones PUSCH restantes se puede determinar utilizando uno o más valores de desplazamiento de RV configurados a través de una capa superior que indica el desplazamiento de las RV de las transmisiones PUSCH restantes con respecto al indicado a través del PDCCH o de la concesión de capa superior de programación. En un ejemplo, la RV de $n' < n$ transmisiones PUSCH programadas por el PDCCH o la concesión de capa superior se puede proporcionar a través del PDCCH o de la concesión de capa superior de programación y las RV de las $n - n'$ transmisiones restantes se pueden determinar basándose en el valor de RV indicado y/o uno o más valores de desplazamiento de RV configurados a través de una capa superior.

Brecha entre transmisiones en transmisiones PUSCH TDMed

- 50 En el caso de transmisiones PUSCH TDMed intra-intervalos (presentadas previamente en el esquema 1-1 y en el esquema 1-2), la indicación de los símbolos para la transmisión de los PUSCH se puede realizar con una combinación de señalización de capa superior y capa PHY, cuando sea aplicable. En un método, se pueden indicar los símbolos programados para uno de los PUSCH y se puede determinar la programación del resto de los PUSCH utilizando el desplazamiento de un PUSCH respecto de la transmisión PUSCH anterior.

- 55 Según una realización, cuando el UE está programado a través de un PDCCH o una concesión de capa superior con n ($n > 1$) transmisiones PUSCH y todas las transmisiones PUSCH están programadas en el mismo intervalo en recursos en el dominio de tiempo distintos, el UE está configurado para recibir un parámetro de capa superior, desde un nodo de red o gNB, que indica el número de símbolos entre dos ocasiones de transmisión PUSCH, es decir, el desplazamiento de una transmisión PUSCH desde una transmisión PUSCH anterior en términos del número de símbolos. En el caso de que el parámetro no esté configurado cuando se programan transmisiones de múltiples PUSCH dentro de un intervalo, el UE puede asumir un valor predeterminado para la cantidad de símbolos entre dos transmisiones PUSCH. Por ejemplo, cuando el parámetro no está configurado, el UE puede asumir que la cantidad de símbolos entre dos ocasiones de transmisión PUSCH programadas a través de un único PDCCH o una concesión de capa superior es cero.

Según otra realización, cuando el UE está programado a través de un PDCCH o una concesión de capa superior con n ($n > 1$) segmentos de una transmisión PUSCH y todos los segmentos están programados en el mismo intervalo en recursos en el dominio de tiempo distintos, el UE está configurado para recibir un parámetro de capa superior que indica el número de símbolos entre dos segmentos de la transmisión PUSCH, es decir, el desplazamiento de un segmento PUSCH desde un segmento PUSCH anterior en términos del número de símbolos. En el caso de que el parámetro no esté configurado cuando se programan transmisiones de múltiples PUSCH dentro de un intervalo, el UE puede asumir un valor predeterminado para la cantidad de símbolos entre dos transmisiones PUSCH. Por ejemplo, cuando el parámetro no está configurado, el UE puede asumir que la cantidad de símbolos entre dos ocasiones de transmisión PUSCH programadas a través de un único PDCCH o una concesión de capa superior es cero.

Indicación de un número de transmisiones PUSCH, repeticiones PUSCH y patrones de repetición

El UE puede determinar la cantidad de transmisiones PUSCH programadas a través de un PDCCH o una concesión de capa superior a través de señalización explícita de capa superior o indirectamente a través del PDCCH o de la concesión de capa superior de programación.

Según una realización, el UE puede estar configurado para recibir, desde el nodo de red o gNB, una indicación a través de una capa superior sobre el número de transmisiones PUSCH o el número de segmentos de una transmisión PUSCH que pueden programarse mediante un único PDCCH o una concesión de capa superior. Al recibir la indicación, el UE puede esperar un único PDCCH o una concesión de capa superior que programe la cantidad indicada de ocasiones de transmisión PUSCH o la cantidad indicada de segmentos PUSCH. Todas las ocasiones de transmisión PUSCH programadas pueden estar asociadas con el mismo bloque de transporte PUSCH o con diferentes bloques de transporte PUSCH.

Como se describe en la presente memoria, la cantidad de transmisiones PUSCH o la cantidad de segmentos de una única transmisión PUSCH programada a través de un PDCCH o una concesión de capa superior se puede determinar a través de la cantidad de estados TCI-UL o la cantidad de recursos SRS o la cantidad de comandos TPC o la cantidad de grupos CDM de los puertos DMRS indicados al UE.

Por ejemplo, si el PDCCH o la concesión de capa superior indica n estados TCI-UL, el UE está configurado para realizar la transmisión de n PUSCH o n segmentos de un único PUSCH en donde la i -ésima ocasión de transmisión PUSCH o el i -ésimo segmento de dicho único PUSCH está asociado con el i -ésimo estado TCI-UL indicado.

En otro ejemplo, si el PDCCH o la concesión de capa superior de programación indica n recursos SRS (a través del campo SRI o cualquier otro campo que indique recursos SRS) o n comandos TPC o puertos DMRS que pertenecen a n grupos CDM, el UE está configurado para realizar la transmisión de n PUSCH o n segmentos de un único PUSCH, en donde la i -ésima ocasión de transmisión PUSCH o el i -ésimo segmento de dicho único PUSCH está asociado con el i -ésimo recurso SRS indicado o el i -ésimo comando TPC indicado o los puertos DMRS que pertenecen al i -ésimo grupo CDM. Todas las n transmisiones PUSCH en este escenario pueden estar asociadas con el mismo bloque de transporte PUSCH.

En otro método, el número de RV indicado se puede utilizar para determinar el número de ocasiones de transmisión PUSCH o segmentos PUSCH programados.

Según otra realización, el número de transmisiones PUSCH o el número de segmentos de una única transmisión PUSCH programada a través de un PDCCH o una concesión de capa superior se puede determinar a través del número de RV indicado en el PDCCH o en la concesión de capa superior de programación o a través de una combinación de la señalización física y de capa superior.

Por ejemplo, cuando el UE es indicado con un solo RV en el PDCCH que programa el PUSCH y los valores de desplazamiento de RV para otros 2 PUSCH se indican a través de una capa superior al UE, entonces el UE entiende que debe realizar 3 transmisiones PUSCH en total.

La fiabilidad PUSCH se puede mejorar mediante la repetición del PUSCH. En un contexto de múltiples TRP, las repeticiones de un bloque de transporte PUSCH se pueden realizar en diferentes TRP utilizando una secuencia/patrón especificado o indicado. Las siguientes realizaciones proporcionan diferentes métodos para repeticiones PUSCH.

Según una realización, cuando se recibe un PDCCH o una concesión de capa superior que programa una transmisión PUSCH, en donde $n - 1$ repeticiones de la ocasión de transmisión PUSCH se indican a través de una capa superior, es decir, se deben realizar un total de n ($n > 1$) transmisiones PUSCH, y el PDCCH o la concesión de capa superior de programación indica $p \leq n$ estados TCI-UL o $p \leq n$ recursos SRS, el primer estado TCI-UL o recurso SRS indicado a través del PDCCH o de la concesión de capa superior de programación está asociado

a $m_1 < n$ ocasión u ocasiones de transmisión PUSCH y un segundo estado TCI-UL o recurso SRS indicado está asociado a $m_2 < n$ ocasión u ocasiones de transmisión PUSCH y así sucesivamente, y $m_1 + m_2 + \dots + m_p = n$. Cada transmisión PUSCH se realiza utilizando la configuración de transmisión (que puede incluir los puertos de antena) proporcionada en el estado TCI-UL asociado o utilizando los puertos de antena/SRS correspondientes al recurso SRS asociado.

La correspondencia de los recursos SRS indicados o estados TCI-UL con una ocasión de transmisión PUSCH se puede indicar a través de una señalización de capa superior y/o se especifica un método de correspondencia predeterminado para el UE. Esta correspondencia afecta el patrón en el que se transmite el bloque de transporte PUSCH a cada TRP.

Según otra realización, cuando el número de repeticiones PUSCH configuradas para el UE es igual al número de estados TCI-UL o recursos SRS indicados a través del PDCCH o de la concesión de capa superior de programación, los estados TCI-UL o recursos SRS indicados pueden seguir el orden de las ocasiones de transmisión PUSCH, es decir, el primer estado TCI-UL o recurso SRS está asociado con la primera ocasión de transmisión PUSCH, el segundo estado TCI-UL o recurso SRS está asociado con la segunda ocasión de transmisión PUSCH, y así sucesivamente. Cada transmisión PUSCH se realiza utilizando la configuración de transmisión (que puede incluir los puertos de antena) proporcionada en el estado TCI-UL asociado o utilizando los puertos de antena/SRS correspondientes al recurso SRS asociado.

Según otra realización, cuando el número configurado de repeticiones de una ocasión de transmisión PUSCH es mayor que el número de estados TCI-UL indicados o recursos SRS en el PDCCH o en la concesión de capa superior de programación, el UE está configurado para habilitar un patrón específico (por ejemplo, configurado a través de una capa superior) de las ocasiones de transmisión PUSCH. En un ejemplo, el patrón sigue una correspondencia cíclica entre los estados TCI-UL indicados o los recursos SRS y las ocasiones de transmisión PUSCH.

Por ejemplo, cuando se deben realizar $2n$ transmisiones de un PUSCH y el PDCCH o la concesión de capa superior de programación indica 2 estados TCI-UL o 2 recursos SRS, el primer estado TCI-UL o recurso SRS se asocia con la primera ocasión de transmisión PUSCH, el segundo estado TCI-UL o recurso SRS está asociado con la segunda ocasión de transmisión y el mismo patrón de asociación se repite con las restantes ocasiones de transmisión PUSCH (es decir, el primer estado TCI-UL o recurso SRS está asociado con la tercera ocasión de transmisión PUSCH, el segundo estado TCI-UL o recurso SRS está asociado con la cuarta ocasión de transmisión y así sucesivamente). En un ejemplo, se utiliza un patrón de bloque repetido para la asociación de recursos SRS o de estado TCI-UL. Cuando se deben realizar $2n$ transmisiones de un PUSCH y el PDCCH o la concesión de capa superior de programación indica 2 estados TCI-UL o 2 recursos SRS, el primer estado TCI-UL o recurso SRS está asociado con las ocasiones de transmisión PUSCH impares ($1^a, 3^a, \dots (2n - 1)$ -ésima) y el segundo estado TCI está asociado con las ocasiones de transmisión PUSCH pares ($2^a, 4^a, \dots (2n)$ -ésima). Como alternativa, el UE puede aplicar un patrón específico de asociación de las ocasiones de transmisión PUSCH con los estados TCI-UL o recursos SRS indicados sin ninguna indicación de capa superior de los mismos, es decir, el patrón de asociación que se ha de aplicar está fijado en la especificación. En un segundo ejemplo, cuando se deben realizar $2n$ transmisiones de un PUSCH y el PDCCH o la concesión de capa superior de programación indica 2 estados TCI-UL o 2 recursos SRS, el primer estado TCI-UL o recurso SRS está asociado con la primera y segunda ocasiones de transmisión PUSCH, el segundo estado TCI-UL o recurso SRS está asociado con la tercera y cuarta ocasiones de transmisión PUSCH, y el patrón se repite para el resto de las ocasiones de transmisión PUSCH.

Como se describe en la presente memoria, cuando el número configurado de repeticiones de una ocasión de transmisión PUSCH es mayor que el número de grupos de recursos SRS indicados en el PDCCH o la concesión de capa superior de programación, en donde cada grupo comprende uno o más recursos SRS, el UE está configurado para habilitar un patrón específico (por ejemplo, configurado a través de una capa superior) de las ocasiones de transmisión PUSCH. En un ejemplo, el patrón sigue una correspondencia cíclica entre el indicado de los grupos de recursos SRS y las ocasiones de transmisión PUSCH.

En un ejemplo, cuando se deben realizar $2n$ transmisiones de un PUSCH y el PDCCH o la concesión de capa superior de programación indica 2 grupos de recursos SRS, comprendiendo cada grupo uno o más recursos SRS, el primer grupo de recursos SRS está asociado con la primera ocasión de transmisión PUSCH, el segundo grupo de recursos SRS está asociado con la segunda ocasión de transmisión y el mismo patrón de asociación se repite con las restantes ocasiones de transmisión PUSCH (es decir, el primer grupo de recurso SRS está asociado con la tercera ocasión de transmisión PUSCH, el segundo grupo de recursos SRS está asociado con la cuarta ocasión de transmisión y así sucesivamente). En un segundo ejemplo, se utiliza un patrón de bloque repetido. Cuando se deben realizar $2n$ transmisiones de un PUSCH y el PDCCH o la concesión de capa superior de programación indica 2 grupos de recursos SRS, cada grupo comprende uno o más recursos SRS, el primer grupo de recursos SRS está asociado con las ocasiones de transmisión PUSCH impares ($1^a, 3^a, \dots (2n - 1)$ -ésima) y el segundo grupo de recursos SRS está asociado con las ocasiones de transmisión PUSCH pares ($2^a, 4^a, \dots (2n)$ -ésima). En un tercer ejemplo, cuando se deben realizar $2n$ transmisiones de un PUSCH y el PDCCH o la concesión de capa

- superior de programación indica 2 grupos de recursos SRS, comprendiendo cada grupo uno o más recursos SRS, el primer grupo de recursos SRS está asociado con la primera y segunda ocasiones de transmisión PUSCH, el segundo grupo de recursos SRS está asociado con la tercera y cuarta ocasiones de transmisión PUSCH, y el patrón se repite para el resto de las ocasiones de transmisión. Como alternativa, el UE puede aplicar un patrón específico de asociación de las ocasiones de transmisión PUSCH sin ninguna indicación de capa superior de los mismos, es decir, el patrón de asociación que se ha de aplicar está fijado en la especificación. Un punto a tener en cuenta es que dichos dos grupos de recursos SRS indicados pueden estar asociados con dos conjuntos de recursos SRS diferentes.
- En las realizaciones anteriores, el UE está configurado para utilizar cualquiera de los patrones de aplicación dados anteriormente de la configuración o configuraciones proporcionadas (recursos SRS, estados TCI-UL, etc.) a la ocasión u ocasiones de transmisión PUSCH programadas a través de una configuración o indicación de dicho patrón proporcionado por un nodo de red a través de la capa PHY o una capa superior o debido a un comportamiento predeterminado fijado en las especificaciones.
- El método de correspondencia indicado anteriormente también se puede aplicar en el caso cuando $m < n$ comandos TPC, valores TPMI o versiones de redundancia se indican para n ocasiones de transmisión PUSCH o n segmentos PUSCH.
- Según otra realización, cuando el número configurado o indicado o programado de repeticiones/transmisiones/ocasionen de un PUSCH es mayor que el número de comandos TPC indicados, indicaciones de precodificador (RI y/o TPMI, por ejemplo) o versiones de redundancia proporcionadas para dichas ocasiones de transmisión PUSCH, el UE está configurado para habilitar un patrón específico (por ejemplo, configurado a través de una capa superior) de aplicación de los comandos TPC, valores TPMI o versiones de redundancia para las ocasiones de transmisión PUSCH. En un ejemplo, el patrón sigue una correspondencia cíclica entre dicho parámetro (comandos TPC, indicaciones del precodificador o versiones de redundancia) a las ocasiones de transmisión PUSCH.
- Por ejemplo, cuando $2n$ transmisiones de un PUSCH están programadas por un PDCCH o una concesión de capa superior y para esas ocasiones de transmisión PUSCH se proporcionan 2 comandos TPC/indicaciones de precodificador/versiones de redundancia, el primer comando TPC/indicación de precodificador/versión de redundancia está asociado con la primera ocasión de transmisión PUSCH, el segundo comando TPC/indicación de precodificador/versión de redundancia está asociado con la segunda ocasión de transmisión y el mismo patrón de asociación se repite con las restantes ocasiones de transmisión PUSCH (es decir, el primer comando TPC/indicación de precodificador/versión de redundancia está asociado con la tercera ocasión de transmisión PUSCH, el segundo comando TPC/indicación de precodificador/versión de redundancia está asociado con la cuarta ocasión de transmisión y así sucesivamente). En un ejemplo, se utiliza un patrón de bloque repetido para la asociación del comando TPC/indicación de precodificador/versión de redundancia. Cuando $2n$ transmisiones de un PUSCH son programadas por un PDCCH o una concesión de capa superior y se proporcionan 2 comandos TPC/indicaciones de precodificador/versiones de redundancia, el primer comando TPC/indicación de precodificador/versión de redundancia está asociado con las ocasiones de transmisión PUSCH impares (1^a , 3^a ,... ($2n - 1$)-ésima) y el segundo comando TPC/indicación de precodificador/versión de redundancia está asociado con las ocasiones de transmisión PUSCH pares (2^a , 4^a ,... ($2n$)-ésima). En un segundo ejemplo, cuando $2n$ transmisiones de un PUSCH son programadas por un PDCCH o una concesión de capa superior y se proporcionan 2 comandos TPC/indicaciones de precodificador/versiones de redundancia, el primer comando TPC/indicación de precodificador/versión de redundancia está asociado con la primera y segunda ocasiones de transmisión PUSCH, el segundo comando TPC/indicación de precodificador/versión de redundancia está asociado con la tercera y cuarta ocasiones de transmisión PUSCH, y el patrón se repite para el resto de las ocasiones de transmisión PUSCH. Como alternativa, el UE puede aplicar un patrón específico de asociación de las ocasiones de transmisión PUSCH con el comando TPC/indicación de precodificador/versión de redundancia indicado sin ninguna indicación de capa superior del mismo.
- En los métodos/ejemplos anteriores, el UE está configurado para utilizar cualquiera de los patrones de aplicación dados anteriormente de la configuración o configuraciones proporcionadas (RV, indicación de precodificación, comandos TPC, etc.) a la ocasión u ocasiones de transmisión PUSCH programadas a través de una configuración o indicación de dicho patrón proporcionado por un nodo de red a través de la capa PHY o una capa superior o debido a un comportamiento predeterminado fijado en las especificaciones.
- Otro parámetro de interés en la repetición del PUSCH es el llamado vector de indicación de inicio y longitud (SLIV). El SLIV se utiliza para indicar el símbolo inicial y la cantidad de símbolos que se han de utilizar para una transmisión PUSCH en un intervalo.
- Según una realización, cuando n ocasiones de transmisión PUSCH están programadas para ser transmitidas en n intervalos diferentes a través de un PDCCH o una concesión de capa superior, todas las ocasiones de transmisión PUSCH pueden seguir el mismo vector de indicación de inicio y longitud. El SLIV puede indicarse mediante el PDCCH o la concesión de capa superior de programación, o puede configurarse para el UE a través

de una capa superior.

En todos los métodos/realizaciones descritos anteriormente, la programación de n transmisiones PUSCH ($n > 1$) por un único PDCCH o una concesión de capa superior se puede habilitar a través de la indicación del parámetro de repetición. Cuando una ocasión de transmisión PUSCH es programada por un PDCCH o una concesión de capa superior y se configura o indica un valor de repetición a través de una capa superior, el UE repite la transmisión la cantidad de veces indicada. Por lo tanto, en todos los métodos anteriores y los métodos siguientes, la exposición de la programación de "n ocasiones de transmisión PUSCH", "n PUSCH" o "n ocasiones PUSCH" puede referirse a un PUSCH programado por un PDCCH o una concesión de capa superior con un total de n transmisiones (puede comprenderse como una programación con n - 1 repeticiones de una primera transmisión PUSCH o solo n repeticiones de transmisión PUSCH) donde el valor de n o n - 1 se indica a través de una capa superior. Como alternativa, el parámetro o valor de repetición también puede configurarse y/o indicarse a través de la capa PHY.

15 Sondeo de canal de enlace ascendente para transmisiones de múltiples TRP

Antes de que el UE realice transmisiones PUSCH de enlace ascendente a múltiples TRP, el UE puede aplicar un sondeo de canal basado en SRS utilizando uno o más conjuntos de recursos SRS. Para realizar un sondeo de canal de enlace ascendente de este tipo, la dirección del haz (o relación espacial) y la configuración de control de potencia del SRS transmitido deben ajustarse según el TRP. A continuación se analizan diferentes métodos para la configuración del SRS:

En primer lugar, se analiza la cronología del proceso de sondeo y la programación del PUSCH que sigue a la transmisión del SRS. Considerando un escenario ejemplar donde el UE desearía realizar transmisiones UL a dos TRP, puede producirse la siguiente secuencia de eventos o etapas:

0) Cuando el UE no satisface la propiedad de correspondencia del haz, el UE se configura para realizar un barrido del haz de enlace ascendente utilizando transmisiones SRS, donde el SRS se configura como "gestión del haz". El UE realiza el sondeo del canal UL para ambos TRP y determina de esta manera las direcciones de haz adecuadas para ambos TRP.

1) El recurso o recursos SRS en un conjunto de recursos SRS asociado con el primer TRP son transmitidos por el UE para sondear el canal entre el UE y el primer TRP. Al recurso o recursos SRS se les asignan una o más relaciones espaciales (por ejemplo, las relaciones espaciales obtenidas del evento de sondeo SRS en la etapa 0). El conjunto de recursos SRS está asociado con una referencia de pérdida de trayectoria RS relacionada con el primer TRP.

2) Repita la etapa 1 para el segundo TRP.

3) El nodo de red indica uno o más recursos SRS del conjunto de recursos SRS utilizados en la etapa 1 y en la etapa 2 al UE para la transmisión de los PUSCH a los dos TRP.

Los recursos SRS utilizados para el sondeo de canales a uno o más TRP pueden ser del mismo conjunto de recursos SRS o de diferentes conjuntos de recursos SRS.

En un primer método, los recursos SRS en la etapa 1 y en la etapa 2 pueden estar asociados con diferentes conjuntos de recursos SRS y los recursos SRS en la DCI que programa el PUSCH deben indicarse.

Según una realización, el UE está configurado para recibir un único PDCCH o una de concesión de capa superior que programa de n ($n > 1$) transmisiones PUSCH o n ($n > 1$) segmentos PUSCH, donde el PDCCH indica n recursos SRS de n conjuntos de recursos SRS diferentes. Los recursos del SRS pueden indicarse, por ejemplo, a través de un campo existente (por ejemplo, el campo SRI) o a través de un campo recién definido en la DCI. Cada recurso SRS indicado está asociado con una transmisión PUSCH o un segmento PUSCH y su transmisión la realiza el UE utilizando el puerto o puertos SRS asociados con el recurso SRS. En un caso especial, el PDCCH o la concesión de capa superior puede proporcionar hasta n recursos SRS, es decir, la cantidad de recursos SRS indicada es $n \leq n$. En un ejemplo, se puede proporcionar un campo que comprende n SRI en el PDCCH o en la concesión de capa superior de programación. El campo puede comprender $\sum_{i=1}^n b_i$ bits con b_i bits utilizados para un único SRI, donde cada SRI indica un recurso SRS de un conjunto de recursos SRS diferente. En un segundo ejemplo, el campo SRI puede asignarse a n recursos SRS, donde cada recurso SRS proviene de un conjunto de recursos SRS diferente. Cuando $n < n$, un recurso SRS indicado puede estar asociado con más de una ocasión de transmisión PUSCH o segmento PUSCH.

Para PUSCH no basado en libro de códigos, también se puede utilizar el siguiente método.

Como se describe en la presente memoria, el UE está configurado para recibir un único PDCCH o una

programación de concesión de capa superior de n ($n > 1$) transmisiones PUSCH o n ($n > 1$) segmentos PUSCH, donde el PDCCH indica recursos SRS de $n' \leq n$ conjuntos de recursos SRS diferentes mientras selecciona hasta $1 \leq l_i \leq R_i$ recursos del conjunto i -ésimo. El valor R_i y/o l_i para $i = 1 \dots n$ puede ser el mismo para todos los valores de i o diferentes. Puede indicar el número máximo de capas programadas para el UE o el número máximo de capas soportadas por el UE o el número máximo de recursos en un conjunto de recursos SRS i -ésimo. Puede ser informado por el UE, obtenido/determinado a través de la capa PHY o la configuración o señalización de capa superior, o fijado en las especificaciones NR. Los recursos del SRS pueden indicarse, por ejemplo, a través de un campo existente (por ejemplo, el campo SRI) o a través de un campo recién definido en la DCI. Cada grupo indicado de recursos SRS de un conjunto de recursos SRS está asociado con una transmisión PUSCH o un segmento PUSCH y su transmisión es realizada por el UE utilizando el puerto o puertos SRS/antena asociados con el grupo de recursos SRS. En un ejemplo, se puede proporcionar un campo que comprende n' SRI en el PDCCH o en la concesión de capa superior de programación. El campo puede comprender $\sum_{i=1}^{n'} b_i$ bits con b_i bits utilizados para el i -ésimo SRI, en donde cada SRI indica uno o más recursos SRS de un conjunto de recursos SRS que es diferente de los conjuntos de recursos SRS asociados con al menos otro SRI. En un segundo ejemplo, un punto de código del campo SRI puede asignarse a n' grupos de recursos SRS, en donde cada grupo comprende uno o más recursos SRS elegidos de un conjunto de recursos SRS que es diferente de los conjuntos de recursos SRS asociados con al menos otro grupo de recursos SRS. En un ejemplo, el UE puede soportar hasta R capas PUSCH y todos los conjuntos de recursos pueden tener recursos $R_i \geq R$ en ellos. El nodo de red puede programar $1 \leq l \leq R$ capas PUSCH indicando l recursos de cada uno de dichos uno o más conjuntos de recursos SRS, habilitando así la misma cantidad de capas o flujos de datos para cada ocasión de transmisión PUSCH. En un caso especial, un recurso SRS en cualquiera de los conjuntos de recursos SRS asociados puede comprender solo un puerto de antena/SRS. Por lo tanto, la cantidad de capas programadas para una ocasión de transmisión PUSCH sería idéntica a la cantidad de recursos SRS asociados con la ocasión de transmisión PUSCH. Esto significaría que la cantidad de puertos DMRS indicados para una ocasión de transmisión PUSCH es la misma que la cantidad de recursos SRS asociados con ella.

Cuando se utilizan múltiples conjuntos de recursos SRS para el sondeo del canal de enlace ascendente a cada TRP, la referencia o referencias de pérdida de trayectoria RS y la relación o relaciones espaciales para cada conjunto de recursos SRS se pueden configurar por separado o indicar al UE. El nodo de red puede activar conjuntamente los conjuntos de recursos SRS para el sondeo de canal de enlace ascendente de múltiples TRP como se propone en la siguiente realización ejemplar.

Según una realización, el UE está configurado para recibir a través de una capa superior desde el nodo de red o gNB, una indicación que asocia uno o más conjuntos de recursos SRS con un índice común (por ejemplo, un índice de estado de activación). El estado de activación puede estar asociado con múltiples conjuntos de recursos SRS de modo que la transmisión de múltiples conjuntos de recursos SRS se pueda habilitar con un solo mensaje a través de la capa PHY (una DCI de programación PUSCH/PDSCH o un PDCCH que utiliza cualquier otro formato DCI) o a través de una capa superior que indica el estado de activación asociado. La asociación de múltiples conjuntos de recursos SRS con un estado de activación y la activación de la transmisión de los conjuntos de recursos SRS con dicho estado de activación se pueden realizar a través de las capas de comunicación iguales o diferentes. Por ejemplo, el estado de activación de un conjunto de recursos SRS puede indicarse mediante un mensaje MAC-CE y otro mensaje MAC-CE del nodo de red puede utilizar el estado de activación para activar uno o más conjuntos de recursos SRS asociados con el estado de activación. En otro ejemplo, el estado de activación de un conjunto de recursos SRS puede indicarse mediante RRC y un mensaje MAC-CE o indicación de capa PHY del nodo de red puede utilizar el estado de activación para activar uno o más conjuntos de recursos SRS asociados con el estado de activación. De manera similar al uso del estado de activación para activar o desencadenar la transmisión de los conjuntos de recursos SRS, también se pueden utilizar para desactivar o finalizar la transmisión de los conjuntos de recursos SRS que están activos o que se están transmitiendo. El estado de activación se puede utilizar en un mensaje MAC-CE, una indicación de capa PHY o un mensaje RRC o en una combinación de dos o más de ellos para indicar la desactivación, la inhabilitación o la finalización de la transmisión de los conjuntos de recursos SRS que están asociados con el estado de activación.

En un segundo método, el mismo conjunto de recursos SRS se puede utilizar para sondear los dos TRP como se ha descrito anteriormente en la etapa 1 y en la etapa 2. En este caso, una referencia de pérdida de trayectoria RS y una relación espacial asociadas con el conjunto de recursos SRS deben estar relacionadas con un TRP. Una forma de hacerlo es reconfigurar a través de una capa superior la referencia de pérdida de trayectoria RS y la relación espacial del SRS entre la transmisión del SRS de un TRP al otro TRP. Sin embargo, este método puede generar una alta latencia y sobrecarga de señalización y requiere especificar un intervalo entre las transmisiones del SRS a diferentes TRP. Un método alternativo sería definir conjuntos de recursos SRS que estén asociados con diferentes suposiciones de referencia de pérdida de trayectoria RS y relación espacial para diferentes ocasiones de transmisión sin requerir una reconfiguración entre las ocasiones de transmisión.

En un tercer método, el UE puede recibir un único mensaje o una única señalización que activa o desencadena la transmisión de más de un conjunto de recursos SRS desde un nodo de red o gNB. Por ejemplo, el UE puede

recibir un mensaje MAC-CE que active o desencadene la transmisión de más de un conjunto de recursos SRS. El mensaje MAC-CE puede comprender al menos el identificador o identificadores o índice o índices que se asignan a cada uno de los más de un conjunto de recursos SRS desencadenados o activados. En otro ejemplo, la activación o el desencadenamiento puede estar contenido en una señalización de capa PHY (una información de control de enlace descendente, por ejemplo) en donde la señalización puede comprender los índices o identificadores que se asignan a cada uno de los más de un conjunto de recursos SRS desencadenados o activados. De manera similar, la desactivación o finalización de los conjuntos de recursos SRS que están activos o que están siendo transmitidos puede realizarse a través de un único mensaje de capa PHY, un único mensaje MAC-CE o un mensaje RRC o una combinación de dos o más de ellos, en donde los identificadores o índices que se asignan a cada uno de los más de un conjunto de recursos SRS que se han de finalizar están presentes en el mensaje o en la señalización de al menos una de las capas de comunicación.

Según una realización, el UE está configurado para recibir un PDCCH o una concesión de capa superior que programa n ($n > 1$) transmisiones PUSCH en donde el PDCCH o la concesión de capa superior de programación indica recurso o recursos SRS a través de uno o más campos SRI en el PDCCH o en la concesión de capa superior de programación. El puerto o puertos de antena/SRS asociados con uno o más recursos SRS indicados por el PDCCH o la concesión de capa superior se utilizan para al menos una ocasión de transmisión PUSCH programada por el PDCCH o la concesión de capa superior. el UE puede estar indicado con hasta $n \leq n$ grupos de recursos SRS, en donde cada grupo comprende uno o más recursos SRS y cada grupo de recursos SRS está asociado con un conjunto de recursos SRS diferente. Para un grupo indicado de uno o más recursos SRS a través del campo o campos SRI, el conjunto de recursos SRS al que pertenecen o con el que están asociados los recursos SRS se puede determinar basándose en al menos uno de los siguientes métodos:

- Un primer grupo de uno o más recursos SRS indicados por los campos SRI está asociado con un conjunto de recursos SRS con ID s_1 y un segundo grupo de uno o más recursos SRS indicados por los campos SRI que, en términos del orden de indicación por los campos SRI, está después de dicho primer grupo de recursos SRS, está asociado con un conjunto de recursos SRS con ID s_2 , en donde $s_2 > s_1$ o $s_3 < s_1$. Esto significa que el orden en el que se indica un grupo de uno o más recursos SRS tiene una correspondencia uno a uno con un conjunto ordenado de conjuntos de recursos SRS según sus valores ID de conjunto de recursos SRS (por ejemplo, orden ascendente o descendente) y esta regla puede fijarse en las especificaciones NR. El SRI puede estar asociado con la transmisión más reciente de dichos conjuntos de recursos SRS utilizando dicho orden de la indicación del conjunto de recursos SRS.

- Un primer grupo de uno o más recursos SRS indicados por el campo o campos SRI está asociado con un conjunto de recursos SRS cuyos recursos han sido los más recientes transmitidos antes o después de un tiempo específico o un tiempo de referencia t^* y un segundo grupo de uno o más recursos SRS indicados por el campo o campos SRI que, en términos del orden de indicación por el campo o campos SRI, es posterior a que dicho primer grupo de uno o más recursos SRS esté asociado con un conjunto de recursos SRS que es el segundo más reciente transmitido antes o después del tiempo específico o de referencia t^* . En un caso especial, si el campo o campos SRI indican un recurso o recursos SRS solo de un conjunto de recursos SRS o si la indicación de solo un grupo de uno o más recursos SRS de uno de los conjuntos de recursos SRS es válida o seleccionada o considerada, a continuación el más recientemente transmitido con respecto al tiempo específico al tiempo de referencia t^* es el conjunto de recursos SRS referenciado o asociado.

El puerto o puertos de antena asociados con el recurso o recursos SRS indicados por uno o más campos SRI se utilizan para la transmisión del PUSCH en al menos una de las n ocasiones PUSCH programadas. La correspondencia de los campos SRI a las ocasiones de transmisión PUSCH puede seguir cualquiera de las realizaciones relacionadas en esta exposición.

La referencia de tiempo t^* puede determinarse o asumirse basándose en, al menos, uno de los siguientes, entre otros:

- el primer o el último intervalo/símbolo de una de la transmisión o transmisiones PUSCH programadas,

- el primer o el último intervalo/símbolo de uno de los PDCCH que programan el o los PUSCH (el PDCCH/DCI que programa la transmisión o transmisiones PUSCH puede repetirse a través de múltiples PDCCH para la fiabilidad del PDCCH. Utilizar el primer PDCCH/DCI de las múltiples repeticiones PDCCH/DCI para la programación PUSCH como referencia significaría que el o los PDCCH/DCI posteriores también dan las mismas referencias SRI y, por lo tanto, serían una mejor opción. Si se utiliza uno del o de los PDCCH/DCI posteriores, el o los PDCCH/DCI anteriores al punto de referencia pueden dar referencias SRI diferentes de las que se encuentran después del punto de referencia.

- el primer o el último intervalo/símbolo de uno del o los PDCCH que activan el conjunto o conjuntos de recursos SRS,

– el primer o el último intervalo/símbolo de uno del o de los PDSCH que comprende el comando MAC-CE que desencadena el conjunto o conjuntos de recursos SRS,

5 – el primer o el último intervalo/símbolo de uno del recurso o recursos PUCCH que lleva el HARQ ACK para el o los PDSCH que comprenden el comando MAC-CE que desencadena el conjunto o conjuntos de recursos SRS.

10 Nota: Para n transmisiones UL/DL diferentes para las cuales las instancias de tiempo correspondientes al inicio o fin de las transmisiones son $t_1 \dots t_n$, la transmisión más reciente antes o después de una instancia de tiempo t^i sería la que tiene el menor valor para $|t^i - t_j|$, $i = 1 \dots n$.

15 Los conjuntos de recursos SRS correspondientes al campo o campos SRI en el PDCCH, o en la concesión de capa superior de programación, pueden estar asociados con diferentes comportamientos en el dominio de tiempo según la realización anterior. Dependiendo del tiempo de transmisión, los recursos SRS correspondientes al campo o campos SRI pueden determinarse independientemente de su comportamiento en el dominio de tiempo. Sin embargo, si surgen conflictos en cuanto a qué tipo de conjuntos de recursos SRS deben elegirse, si existen diferentes conjuntos de recursos con distintas periodicidades con el mismo uso, a continuación, son necesarias directivas correspondientes para el UE.

20 Según una realización, al menos una de las siguientes propiedades de un conjunto de recursos SRS asociado con un primer campo SRI es la misma que la del conjunto de recursos SRS correspondiente a otro campo SRI en el PDCCH o en la concesión de capa superior de programación: el uso de los conjuntos de recursos SRS (todos ellos pueden ser, bien conjuntos de recursos SRS con libro de códigos, o bien sin libro de códigos), el comportamiento en el dominio de tiempo (todos ellos pueden ser, bien conjuntos de recursos aperiódicos, bien periódicos, o bien semipersistentes). Esto se puede garantizar de varias maneras. En un primer ejemplo, el UE está configurado para asociar un campo SRI con un conjunto de recursos SRS del mismo comportamiento en el dominio de tiempo que el conjunto de recursos SRS que se transmite más recientemente antes o después de un tiempo t^i , que puede ser cualquiera de los puntos de referencia antes mencionados. En un segundo ejemplo, el UE está configurado para asociar un campo SRI con un conjunto de recursos SRS del mismo comportamiento en el dominio de tiempo que un conjunto de recursos SRS S_R , en donde el conjunto de recursos SRS S_R se determina basándose en al menos una de las siguientes reglas: el conjunto de recursos SRS S_R tiene una prioridad más alta en términos del comportamiento en el dominio de tiempo. La regla de prioridad puede aplicarse para transmisiones realizadas antes o después de un determinado tiempo \tilde{t} . Por ejemplo, se puede proporcionar al UE una regla de prioridad predeterminada a través de un nodo de red, conocida por el UE o fijada en las especificaciones - aperiódica > semipersistente > periódica - y el UE puede determinar los conjuntos de recursos SRS con los que puede asociar el campo o campos SRI mediante el conjunto de recursos SRS con la prioridad más alta transmitida después de un tiempo determinado \tilde{t} .

40 – El conjunto de recursos SRS S_R se configura a través de una capa superior. Se puede proporcionar una señalización MAC-CE o RRC para indicar al UE qué conjunto de recursos SRS elegir para un PDCCH/DCI o concesión de capa superior dado. En el caso de una concesión de capa superior, se puede proporcionar en la propia concesión de capa superior.

45 Nota: En la realización o realizaciones anteriores, los métodos aplicables para múltiples conjuntos de recursos SRS asociados con múltiples campos SRI también pueden ser aplicables en el caso del uso de un único campo SRI que esté asociado con múltiples conjuntos de recursos SRS.

50 Según una realización, el UE está configurado para recibir una configuración de capa superior de un conjunto de recursos SRS, en donde el conjunto de recursos SRS comprende uno o más recursos SRS. Cada recurso de SRS está asociado con uno o más puertos SRS. Además, el conjunto de recursos SRS puede estar asociado con más de una referencia de pérdida de trayectoria RS. Además, cada recurso SRS en el conjunto de recursos SRS configurado puede estar asociado con más de un parámetro de relación espacial, si corresponde. En una variación de esta realización, la asociación del conjunto de recursos SRS o el recurso SRS con múltiples referencias de pérdida de trayectoria RS o relaciones espaciales se puede realizar a través de un mensaje MAC-CE o cualquier otra capa superior.

60 Por ejemplo, el UE puede configurarse con un conjunto de recursos SRS a través de una capa superior que comprende 4 recursos SRS. El conjunto de recursos SRS se puede configurar con 2 referencias de pérdida de trayectoria RS, y cada recurso SRS en el conjunto se puede configurar con 2 parámetros de relación espacial. Cuando se activa el recurso SRS para la transmisión, el UE transmite los recursos SRS en el conjunto de recursos SRS en una primera ocasión de transmisión con las primeras suposiciones de relación espacial y referencia de pérdida de trayectoria RS proporcionadas en la configuración SRS y en una segunda ocasión de transmisión con las segundas suposiciones de relación espacial y referencia de pérdida de trayectoria RS proporcionadas en la configuración SRS.

65 Después de que el UE realiza la transmisión de dicho conjunto de recursos SRS en dos ocasiones, el UE puede

programar una o más transmisiones PUSCH indicando uno o más recursos SRS del conjunto de recursos SRS utilizados en las dos ocasiones de sondeo, e indicando de ese modo los puertos de antena que se han de utilizar para la transmisión o transmisiones PUSCH.

5 Nota: El término "uno o más campos" correspondientes a un parámetro, si corresponde, o la indicación "uno o más valores" por un campo o un punto de código de un campo correspondiente a un parámetro, si corresponde, en una información de control de enlace descendente o una concesión de capa superior en cualquiera de las realizaciones en esta exposición se puede interpretar de diferentes maneras. Un campo se puede interpretar como una colección de $x \geq 1$ bit o bits que se utilizan para indicar uno o más valores, para un determinado
10 parámetro, si corresponde. Si se dice que un campo proporciona valores $y \geq 1$, esto se puede realizar mediante dos métodos diferentes:

– Un único punto de código del campo, es decir, un patrón de x bits dado del campo, puede proporcionar los valores y . Un único punto de código se asigna a valores y , donde la correspondencia se indica, bien al UE a través de un nodo de red mediante la capa PHY de señalización de capa superior, o bien está configurada previamente o es conocida por el UE, es decir, fijada en la especificación NR.
15

– Un patrón de x bits dado del campo, es decir, un punto de código del campo, comprende y particiones o partes en donde la i -ésima parte ($i = 1, \dots, y$) indica un i -ésimo valor. El patrón de x bits, en total, proporciona valores de y con la partición o parte i -ésima que comprende z_i bits proporcionando o indicando un valor único. Los tamaños de campo $z_i, i = 1, \dots$ y satisfacen $x = \sum_{i=1}^y z_i$. Este caso también puede interpretarse como una presencia de múltiples campos para el parámetro (un total de y campos para el parámetro), en donde cada campo proporciona un valor para el parámetro.
20

25 Si se dice que varios campos proporcionan múltiples valores para dicho parámetro, cada campo puede proporcionar uno o más valores ya sea a través de la partición del campo o de la correspondencia de uno o más valores a un único punto de código de un campo como se ha descrito anteriormente, en donde una partición del campo para interpretar valores individuales puede no ser posible. Por lo tanto, la interpretación del campo o campos y su valor o valores indicados en la exposición puede realizarse de cualquiera de las formas mencionadas anteriormente.
30

Nota: Cualquier referencia a la transmisión de un conjunto de recursos SRS en esta exposición, se refiere a la transmisión de al menos un recurso en el conjunto de recursos SRS.

35 Indicación SRI

La indicación de los recursos SRS para las $n \geq 1$ transmisiones PUSCH programadas a través del PDCCH o de la concesión de capa superior se realiza a través de uno o más campos SRI. Cuando se utiliza un campo SRI, cada punto de código del campo puede proporcionar hasta $n' \leq n$ recursos SRS para las n ocasiones de transmisión PUSCH. Cuando se utilizan varios campos SRI, cada campo SRI puede indicar un único recurso SRS. En ambos métodos de indicación SRI, un punto importante de preocupación es la posibilidad de cambio dinámico entre la programación de transmisión PUSCH basada en un único TRP y múltiples TRP. Si se utiliza un solo campo SRI para indicar los recursos SRS, puede haber puntos de código en el campo que indiquen solo un recurso SRS de uno de los conjuntos de recursos SRS, lo que permite la transmisión PUSCH a un único TRP. Cuando se utilizan múltiples campos SRI, el cambio dinámico entre un único y múltiples TRP debe realizarse por otros medios.
40
45

Según las realizaciones, un UE está configurado para recibir un PDCCH o una concesión de capa superior que programa $n > 1$ transmisiones que comprende $n' \leq n$ campos SRI, en donde al menos uno de los campos SRI puede comprender al menos uno de los siguientes:
50

– un punto de código reservado en el campo SRI que indica que no se elige ningún recurso SRS de uno o más conjuntos de recursos SRS correspondientes al campo SRI,

– un valor de 1 bit que indica si el recurso o recursos SRS indicados por el campo SRI en el conjunto o conjuntos de recursos SRS correspondientes, que pueden ser proporcionados por el resto de los bits del campo SRI, se han de utilizar o no para al menos una de las ocasiones de transmisión PUSCH programadas por el PDCCH o la concesión de capa superior. En un caso especial, si un campo SRI correspondiente a un conjunto de recursos SRS tiene 0 bits, lo que puede suceder cuando el conjunto de recursos SRS tiene solo un recurso, el valor de 1 bit aún puede estar presente para indicar si el conjunto de recursos SRS se utiliza o no.
55
60

Según las realizaciones, un UE está configurado para recibir un PDCCH o una de concesión de capa superior que programa $n > 1$ transmisiones que comprende $n' \leq n$ campos SRI, en donde un campo de b bits puede estar dentro o se encuentra junto con el campo o campos SRI o como un campo separado, donde $b \geq 1$, que indica al menos uno de los siguientes:
65

– Ninguno de los recursos SRS indicados por el campo o campos SRI se debe utilizar para la ocasión u ocasiones de transmisión PUSCH programadas por el PDCCH o la concesión de capa superior.

5 – El recurso o recursos SRS indicados por al menos uno de los campos SRI no se utilizan para ninguna de la ocasión u ocasiones de transmisión PUSCH programadas por el PDCCH o la concesión de capa superior.

10 – El campo de bits de al menos uno de los campos SRI no se utiliza para determinar el recurso o recursos SRS del conjunto o conjuntos de recursos SRS correspondientes para ninguna ocasión u ocasiones de transmisión PUSCH programadas por el PDCCH o la concesión de capa superior.

– Los campos de bits de solo un subconjunto adecuado del campo o campos SRI en el PDCCH o en la concesión de capa superior se utilizan para al menos una ocasión de transmisión PUSCH programada por el PDCCH o la concesión de capa superior.

15 – El recurso o recursos SRS indicados por cada campo SRI en el PDCCH o la concesión de capa superior se utilizan para al menos una ocasión de transmisión PUSCH programada por el PDCCH o la concesión de capa superior.

20 Si uno de los SRI en el PDCCH o en la concesión de capa superior de programación PUSCH no se utiliza para ninguna de las ocasiones de transmisión PUSCH, a continuación, otros parámetros correspondientes también pueden estar "deshabilitados". Los ejemplos de dichos parámetros correspondientes pueden incluir un valor RV y/o un índice/valor de precodificador y/o un comando TPC, etc. Por ejemplo, si se indica que un primer SRI indicado por el PDCCH o la concesión de capa superior no se ha de utilizar para ninguna ocasión de transmisión PUSCH, o si un primer SRI indicado por el PDCCH o la concesión de capa superior no está asociado con ninguna ocasión de transmisión PUSCH, a continuación, un primer valor RV y/o un índice/valor de precodificador y/o un comando TPC, que pueden o no tener una correspondencia con un primer SRI, indicado por el PDCCH o la concesión de capa superior tampoco está asociado con ninguna ocasión de transmisión PUSCH. Si se indica que un segundo SRI indicado por el PDCCH o la concesión de capa superior no se ha de utilizar para ninguna ocasión de transmisión PUSCH, o si un segundo SRI indicado por el PDCCH o la concesión de capa superior no está asociado con ninguna ocasión de transmisión PUSCH, a continuación, un segundo valor RV y/o índice/valor de precodificador y/o comando TPC, que puede o no tener una correspondencia con un segundo SRI, indicado por el PDCCH o la concesión de capa superior tampoco está asociado con ninguna ocasión de transmisión PUSCH.

35 Nota: El uso de "campos SRI" en las realizaciones anteriores también puede significar el uso de un solo campo SRI que comprende múltiples particiones o partes, donde cada partición o parte indica un SRI. En este caso, cada SRI indicado puede estar asociado con un conjunto de recursos SRS diferente.

40 En el caso PUSCH sin libro de códigos, cuando el número de capas en las diferentes ocasiones de transmisión se mantiene igual, el campo o campos SRI también pueden indicar el mismo número de recursos SRS para las diferentes ocasiones de transmisión PUSCH.

45 Según las realizaciones, un UE está configurado para recibir un PDCCH o una concesión de capa superior que programa $n > 1$ transmisiones que comprende $n \leq n$ campos SRI, en donde un campo SRI dado indica la misma cantidad de recursos SRS que al menos otro campo SRI.

Debería mencionarse que el número de ocasiones de transmisión programadas no está limitado a dos ni a ningún número específico. Por tanto, los ejemplos presentados anteriormente no restringen el objeto de las realizaciones presentadas.

50 Con la configuración de capa superior y la señalización de capa PHY proporcionadas anteriormente, se pueden habilitar diferentes técnicas de fiabilidad PUSCH a través de varias formas de multiplexación. A continuación, se presentan dos ejemplos que analizan los marcos PUSCH basados en múltiples TRP que pueden implementarse utilizando la realización descrita anteriormente. Estos dos ejemplos no están comprendidos en el texto de las reivindicaciones pero se consideran útiles para comprender la invención.

55 Ejemplo 1: Indicación de capa superior y PUSCH multisegmentado basado en indicación de puerto DMRS

60 En este ejemplo, se proporciona una programación asistida por indicación de capa superior de múltiples PUSCH o PUSCH segmentado. El esquema de multiplexación se determina mediante una combinación de indicación de puerto DMRS y señalización de capa superior.

– Se le puede indicar al UE a través de una capa superior que puede recibir un PDCCH o una concesión de capa superior que programa

65 o n ocasiones de transmisión PUSCH ($n > 1$) o

o una ocasión de transmisión PUSCH con n ($n > 1$) segmentos.

5 – Dependiendo de ciertos parámetros indicados, por ejemplo, una indicación de esquema de multiplexación específico o parámetro o parámetros requeridos para un esquema de multiplexación específico, a través de una o más capas superiores, se puede determinar el esquema de multiplexación. Por lo tanto, cambiar entre esquemas requiere una indicación de capa superior. La ilustración de la figura 3 proporciona un ejemplo donde la agrupación CDM de los puertos DMRS indicados junto con la indicación de capa superior del parámetro o parámetros requeridos determina el esquema de multiplexación utilizado en la transmisión. Esto se muestra en la figura 3.

15 301. una señalización de capa superior que indica la programación de una transmisión de múltiples PUSCH (ocasiones) o una transmisión PUSCH segmentada es recibida por un UE (no mostrado) por ejemplo en un PDCCH y, opcionalmente, una señalización de capa superior que indica un esquema de multiplexación.

302. Si el PDCCH indica puertos DMRS con n ($n > 1$) grupos CDM, puede ocurrir lo siguiente:

20 302a. Si la señalización de la capa superior indica transmisión FDM, el UE realiza transmisiones PUSCH segmentadas o de múltiples PUSCH FDMed,

302b. Si no se recibe ninguna señalización de capa superior de un esquema de multiplexación, el UE realiza transmisiones PUSCH segmentadas o de múltiples PUSCH SDMed.

25 303. Si el PDCCH indica puertos DMRS con $n=1$ grupos CDM, puede ocurrir lo siguiente:

303a. Si la programación está dentro de un intervalo y/o la señalización de capa superior indica un desplazamiento de símbolo entre dos ocasiones/segmentos de transmisión, el UE realiza TDM intra-intervalo de múltiples PUSCH o PUSCH segmentado,

30 303b. Si la señalización de la capa superior indica un valor de repetición para la cantidad PUSCH, el UE realiza TDM inter-intervalos de múltiples PUSCH.

Ejemplo 2: Cambio dinámico entre esquemas de multiplexación

35 En este ejemplo, se presenta un método que utiliza la programación dinámica de un esquema de multiplexación deseado a través del número de puertos DMRS indicado, con referencia a la figura 4.

La figura 4 ilustra la indicación requerida para cada uno de los siguientes esquemas de multiplexación:

- 40 – SDM de múltiples PUSCH o PUSCH segmentado,
 – SDM de múltiples PUSCH o PUSCH segmentado,
 45 – TDM intra-intervalo para múltiples PUSCH y PUSCH segmentado, o
 – TDM inter-intervalos para múltiples PUSCH

50 En este escenario ejemplar, el esquema de multiplexación se cambia dinámicamente entre SDM segmentado y FDM ya que no se requieren parámetros de capa superior adicionales para su transmisión. Dependiendo del número de grupos CDM, se puede programar un esquema de multiplexación apropiado entre SDM y FDM. El esquema TDM elegido puede indicarse a través de un parámetro de capa superior apropiado. Este marco proporciona flexibilidad de programación con cambio dinámico a través de la señalización de la capa PHY de los puertos DMRS.

55 Como se muestra en la figura 4:

401. un UE (no mostrado) recibe una señalización de capa superior que indica una programación PUSCH segmentado/múltiples, por ejemplo, en un PDCCH.

60 402. si el PDCCH indica puertos DMRS con n ($n > 1$) grupos CDM,

402a. el UE realiza una transmisión SDM PUSCH segmentado/múltiples PUSCH con cada grupo CDM asociado con un segmento u ocasión de transmisión PUSCH.

65 403. si el PDCCH indica puertos DMRS con $n=1$ grupos CDM, puede ocurrir lo siguiente:

403a. si la señalización de capa superior indica múltiples PUSCH/PUSCH segmentado junto con un desplazamiento de símbolo entre transmisiones PUSCH, el UE realiza TDM intra-intervalo para transmisiones de múltiples PUSCH/PUSCH segmentado,

5

403b. si la señalización de capa superior indica múltiples PUSCH junto con un valor repetitivo para la cantidad PUSCH, el UE realiza TDM inter-intervalos para transmisiones de múltiples PUSCH,

403c. si la señalización de capa superior indica PUSCH segmentado/múltiples PUSCH y no se recibe ningún parámetro de capa superior adicional, el UE realiza una transmisión FDM PUSCH segmentado/múltiples PUSCH con n conjuntos distintos de PRB asociados a cada segmento o cada ocasión de transmisión PUSCH.

10

Los dos ejemplos anteriores para transmisiones de múltiples PUSCH o PUSCH segmentado se pueden realizar utilizando las realizaciones descritas anteriormente de esta exposición.

15

Con referencia a la figura 5, se ilustra un diagrama de flujo de un método realizado por un nodo de red según algunas realizaciones ejemplares descritas anteriormente. Como se muestra, el método comprende:

(501) La configuración de un UE para recibir un único PDCCH o una concesión de capa superior que programe al menos una ocasión de transmisión PUSCH para el UE;

20

(502) Si se programa una ocasión de transmisión PUSCH, el método comprende:

(502a) La programación del UE para transmitir al menos dos segmentos del PUSCH, en donde cada segmento del PUSCH está asociado con la configuración de transmisión que comprende un conjunto de parámetros de transmisión; y en donde al menos un parámetro de transmisión asociado con uno de los segmentos del PUSCH es diferente del parámetro de transmisión correspondiente asociado con al menos otro segmento del PUSCH.

25

(503) Si se programa más de una ocasión de transmisión PUSCH, el método comprende:

30

(503a) La programación de al menos dos ocasiones de transmisión PUSCH para el UE, en donde cada ocasión de transmisión PUSCH está asociada con una configuración de transmisión que comprende un conjunto de parámetros de transmisión, en donde al menos un parámetro de transmisión asociado con una de las ocasiones de transmisión PUSCH es diferente del parámetro de transmisión correspondiente asociado con al menos otra ocasión de transmisión PUSCH.

35

Como se ha descrito anteriormente, la configuración de transmisión, que incluye los parámetros de transmisión, se incluyen en el PDCCH (o DCI) o en la concesión de capa superior.

Según una realización, la configuración de transmisión asociada con un segmento PUSCH o una ocasión de transmisión PUSCH incluye los siguientes parámetros de transmisión: puerto o puertos de antena; puerto o puertos DMRS, referencia de pérdida de trayectoria RS para determinar una estimación de pérdida de trayectoria para la transmisión, uno o más comandos TPC para la transmisión, una relación espacial o una dirección de haz, recurso o recursos en el dominio de frecuencia y recurso o recursos en el dominio de tiempo, etc.

45

Como se ha descrito previamente, el método comprende: la programación para el UE de al menos dos segmentos PUSCH o al menos dos ocasiones de transmisión PUSCH, en donde un conjunto de PRB en el que se programa al menos un segmento PUSCH o una ocasión de transmisión PUSCH, es parcial o completamente distinto de un conjunto de PRB en el que se programa otro segmento PUSCH u otra ocasión de transmisión PUSCH.

50

El método comprende además: la programación para el UE de al menos dos segmentos PUSCH o al menos dos ocasiones de transmisión PUSCH en donde todos los segmentos PUSCH o todas las ocasiones de transmisión PUSCH están programadas dentro del mismo intervalo, y cada segmento PUSCH o cada ocasión de transmisión PUSCH está programada en un conjunto de símbolo o símbolos que son distintos del conjunto de símbolo o símbolos en el que están programados el otro u otros segmentos PUSCH u ocasión u ocasiones de transmisión PUSCH. Por el mismo intervalo se entiende el mismo intervalo de tiempo.

55

Como se ha descrito previamente, el método comprende la programación para el UE de al menos dos segmentos PUSCH o al menos dos ocasiones de transmisión PUSCH en donde cada segmento PUSCH o cada ocasión de transmisión PUSCH está asociada con un conjunto distinto de puertos DMRS y/o puertos de antena.

60

El método comprende además la programación para el UE de al menos dos ocasiones de transmisión PUSCH, en donde cada ocasión de transmisión PUSCH está programada en un intervalo diferente.

Las ocasiones de transmisión PUSCH pueden estar asociadas con los mismos o diferentes bloques de transporte PUSCH.

65

Según una realización, el método comprende la programación para el UE de al menos dos ocasiones de transmisión PUSCH o al menos dos segmentos PUSCH, en donde cada ocasión de transmisión PUSCH o segmento PUSCH está asociado con distintos puertos de antena y/o puertos DMRS, y en donde un primer conjunto de puertos de antena está asociado con un primer recurso SRS y un segundo conjunto de puertos de antena está asociado con un segundo recurso SRS.

Como se ha descrito previamente, el único PDCCH o la concesión de capa superior que programa al menos dos ocasiones de transmisión PUSCH o al menos dos segmentos PUSCH incluye un campo indicador de recurso SRS que se asigna a o indica uno o más recursos SRS, y en donde cada recurso SRS está asociado con al menos una ocasión de transmisión PUSCH o segmento PUSCH, y en donde cada ocasión de transmisión PUSCH o segmento PUSCH se transmite utilizando el puerto o puertos SRS del recurso SRS asociado.

El único PDCCH o la concesión de capa superior que programa al menos dos ocasiones de transmisión PUSCH o al menos dos segmentos PUSCH puede comprender un campo de indicación de configuración de transmisión de enlace ascendente (TCI-UL) cuyos valores o puntos de código se asignan a o indican uno o más estados TCI-UL, y en donde cada estado TCI-UL indicado está asociado con una o más ocasiones de transmisión PUSCH o segmentos PUSCH y cada estado TCI-UL proporciona al menos uno de los siguientes parámetros de transmisión: puerto o puertos DMRS, puerto o puertos de antena, relación espacial y referencia de pérdida de trayectoria RS, y en donde cada ocasión de transmisión PUSCH o segmento PUSCH se transmite utilizando el parámetro o parámetros de transmisión proporcionados por el estado TCI-UL asociado.

El PDCCH o la concesión de capa superior que programa una o más ocasiones de transmisión PUSCH puede indicar: al menos un puerto de antena que se ha de utilizar para el o los PUSCH mediante un campo indicador de recurso SRS que indica uno o más recursos SRS, y al menos una relación espacial o dirección de haz que se ha de utilizar para el o los PUSCH mediante un campo TCI-UL que indica uno o más estados TCI-UL.

Según una realización, el método comprende la configuración para el UE, a través de una capa superior, del número de repeticiones de al menos una ocasión de transmisión PUSCH programada y en donde el PDCCH o la concesión de capa superior de programación indica uno o más estados TCI-UL y/o uno o más recursos SRS y en donde cada ocasión de transmisión PUSCH está asociada con uno de los estados TCI-UL indicados y/o uno de los recursos SRS indicados. El número de repeticiones puede ser igual al número de estados TCI-UL indicados o recursos SRS. Si el número de repeticiones de ocasiones de transmisión PUSCH es mayor que el número de estados TCI-UL o mayor que el número de recursos SRS, el método comprende: la configuración del UE para aplicar un patrón de asociación cíclica o secuencial entre los estados TCI-UL o los recursos SRS indicados y las ocasiones de transmisión PUSCH.

Según una realización y como se ha descrito previamente, el PDCCH o la concesión de capa superior puede indicar tantos comandos TPC o recursos SRS o estados TCI-UL o conjuntos de puertos DMRS o valores de versión de redundancia (RV) como el número de ocasiones de transmisión PUSCH o segmentos PUSCH programados, en donde cada ocasión de transmisión PUSCH o segmento PUSCH está asociado con un comando TPC o recurso SRS o estado TCI-UL o conjunto de puertos DMRS o valor de versión de redundancia distinto.

Según una realización, uno o más valores de desplazamiento de RV pueden indicarse en el PDCCH o en la concesión de capa superior o mediante otra señalización de capa superior y en donde la RV de al menos una ocasión de transmisión PUSCH se determina utilizando uno de los valores de desplazamiento de RV indicados y la RV de otra ocasión de transmisión PUSCH programada.

Según una realización, el método puede comprender la configuración para el UE de un parámetro de capa superior que indica un desplazamiento en términos de un número de símbolos entre dos ocasiones de transmisión PUSCH o dos segmentos PUSCH.

Según una realización, el método puede comprender la configuración para el UE a través de una capa superior de una indicación de un índice común o un estado de activación para uno o más conjuntos de recursos SRS y el uso del índice común o del estado de activación para habilitar la transmisión de conjunto o conjuntos de recursos SRS, asociados con el índice común o el estado de activación, a través de la capa física o una capa superior.

Según una realización, un conjunto de recursos SRS está asociado a través de una señalización o configuración de capa superior con múltiples referencias de pérdida de trayectoria RS y al menos un recurso SRS en dicho conjunto de recursos SRS está asociado a través de una señalización o configuración de capa superior con múltiples relaciones espaciales y en donde una primera referencia de pérdida de trayectoria RS y/o relación espacial se utiliza en una primera ocasión de transmisión SRS y una segunda referencia de pérdida de trayectoria RS configurada y/o relación espacial se utiliza en una segunda ocasión de transmisión SRS.

Para realizar el proceso descrito o las etapas del método descritos previamente realizado por el nodo de red,

también se proporciona un nodo de red. La figura 6 ilustra un diagrama de bloques que representa un nodo de red. El nodo 600 de red comprende un procesador 610 o circuito de procesamiento o un módulo de procesamiento o un procesador o medio 610; un circuito receptor o módulo receptor 640; un circuito transmisor o módulo transmisor 650; un módulo 620 de memoria, un circuito transceptor o módulo transceptor 630 que puede incluir el circuito 650 transmisor y el circuito 640 receptor. El nodo 600 de red comprende además un sistema 660 de antena que incluye un circuito de antena para la transmisión y recepción de señales hacia/desde, al menos, el UE. El sistema de antenas emplea formación de haces como se ha descrito previamente. Ya se han descrito las acciones realizadas por el nodo de red. El nodo de red también puede verse como un TRP.

El módulo/circuito 610 de procesamiento incluye un procesador, un microprocesador, un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), una matriz de puertas lógicas programable en campo (FPGA), o similares, y puede denominarse "procesador". El procesador 610 controla el funcionamiento del nodo de red y sus componentes. La memoria (circuito o módulo) 620 incluye una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de solo lectura (ROM), y/u otro tipo de memoria para almacenar datos e instrucciones que pueden ser utilizados por el procesador 610. En general, se comprenderá que el nodo de red en una o más realizaciones incluye un circuito fijo o programado que se configura para llevar a cabo las operaciones en cualquiera de las realizaciones dadas a conocer en la presente memoria.

En, al menos, uno de dichos ejemplos, el procesador 610 incluye un microprocesador, un microcontrolador, DSP, ASIC, FPGA, u otro circuito de procesamiento que esté configurado para ejecutar instrucciones de programa informático desde un programa informático almacenado en un medio legible por ordenador no transitorio que está en, o es accesible para, el circuito de procesamiento. Aquí, "no transitorio" no significa, necesariamente, almacenamiento permanente o inalterable, y puede incluir almacenamiento en memoria de trabajo o volátil, pero el término connota almacenamiento de, al menos, cierta persistencia. La ejecución de las instrucciones del programa adapta o configura, especialmente, el circuito de procesamiento para llevar a cabo las operaciones descritas en esta descripción. Además, se apreciará que el nodo de red puede comprender componentes adicionales.

El nodo 600 de red puede pertenecer a cualquier tecnología de acceso por radio incluyendo 4G o LTE, LTE-A, 5G, 5G avanzado o una combinación de las mismas que soporte la tecnología de formación de haces. El nodo de red, que comprende el procesador y la memoria, contiene instrucciones ejecutables por el procesador, por lo que el nodo 600 de red está operativo/configurado para realizar cualquiera de los temas dados a conocer en esta exposición incluyendo el método según las reivindicaciones adjuntas relacionadas con el método realizado por el nodo de red y las etapas del método anterior dadas a conocer en relación con las acciones realizadas por el nodo de red.

Con referencia a la figura 7 se ilustra un diagrama de flujo de un método realizado por un UE según algunas realizaciones ejemplares descritas anteriormente. Como se muestra, el método comprende:

(701) La recepción, desde un nodo de red, de un único PDCCH o de una concesión de capa superior que programa al menos una ocasión de transmisión PUSCH para el UE; en donde

(702) Si se programa una ocasión de transmisión PUSCH, el método comprende:

(702a) la transmisión de al menos dos segmentos del PUSCH, en donde cada segmento del PUSCH está asociado con una configuración de transmisión que comprende un conjunto de parámetros de transmisión; y en donde al menos un parámetro de transmisión asociado con uno de los segmentos del PUSCH es diferente del parámetro de transmisión correspondiente asociado con al menos otro segmento del PUSCH.

(703) Si se programa más de una ocasión de transmisión PUSCH, el método comprende:

(703a) la transmisión de al menos dos PUSCH, en donde cada transmisión PUSCH está asociada con una configuración de transmisión que comprende un conjunto de parámetros de transmisión, en donde al menos un parámetro de transmisión asociado con una de las ocasiones de transmisión PUSCH es diferente del parámetro de transmisión correspondiente asociado con al menos otra ocasión de transmisión PUSCH.

Como se ha descrito previamente, la configuración de transmisión asociada con el segmento PUSCH o la ocasión de transmisión PUSCH incluye los siguientes parámetros de transmisión: puerto o puertos de antena; puerto o puertos DMRS, referencia de pérdida de trayectoria RS para determinar una estimación de pérdida de trayectoria para la transmisión, uno o más comandos TPC para la transmisión, una relación espacial o una dirección de haz, un recurso o recursos en el dominio de frecuencia y un recurso o recursos en el dominio de tiempo, etc.

Ya se han descrito en detalle acciones adicionales realizadas por el UE.

Para realizar el proceso descrito previamente o las etapas del método realizadas por el UE, según las realizaciones descritas previamente, también se proporciona un UE 800. La figura 8 ilustra un diagrama de

bloques que representa un UE. El UE 800 comprende un procesador 810 o circuito de procesamiento o un módulo de procesamiento o un procesador o medio 810; un circuito receptor o módulo receptor 840; un circuito transmisor o módulo transmisor 850; un módulo 820 de memoria, un circuito transceptor o módulo transceptor 830 que puede incluir el circuito 850 transmisor y el circuito 840 receptor. El UE 800 comprende además un sistema
 5 860 de antena que incluye un circuito de antena para la transmisión y recepción de señales hacia/desde, al menos, el nodo de red. El sistema de antena emplea formación de haces 860 como se ha descrito previamente. Ya se han descrito las acciones realizadas por el UE.

El UE 800 puede pertenecer a cualquier tecnología de acceso por radio incluyendo 4G o LTE, LTE-A, 5G, 5G
 10 avanzado o una combinación de las mismas que soporta la tecnología de formación de haces. El UE que comprende el procesador 810 y la memoria contiene instrucciones ejecutables por el procesador, por medio de las cuales el UE 800 está operativo/configurado para realizar al menos el objeto de las reivindicaciones 22-23.

El módulo/circuito 810 de procesamiento incluye un procesador, un microprocesador, un circuito integrado de
 15 aplicación específica (ASIC), una matriz de puertas lógicas programable en campo (FPGA), o similares, y puede denominarse "procesador". El procesador 810 controla la operación del UE y sus componentes. La memoria (circuito o módulo) 820 incluye una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de solo lectura (ROM), y/u otro tipo de memoria para almacenar datos e instrucciones que pueden ser utilizados por el procesador 810. En general, se comprenderá que el UE en una o más realizaciones incluye un circuito fijo o programado que se
 20 configura para llevar a cabo las operaciones en cualquiera de las realizaciones dadas a conocer en la presente memoria.

En, al menos, uno de dichos ejemplos, el procesador 810 incluye un microprocesador, un microcontrolador, DSP,
 25 ASIC, FPGA, u otro circuito de procesamiento que esté configurado para ejecutar instrucciones de programa informático de un programa informático almacenado en un medio legible por ordenador no transitorio que está en, o es accesible para, el circuito de procesamiento. Aquí, "no transitorio" no significa, necesariamente, almacenamiento permanente o inalterable, y puede incluir almacenamiento en memoria de trabajo o volátil, pero el término connota almacenamiento de, al menos, cierta persistencia. La ejecución de las instrucciones del programa adapta o configura, especialmente, el circuito de procesamiento para llevar a cabo las operaciones
 30 descritas dadas a conocer en esta exposición incluyendo el método según cualquiera de las reivindicaciones adjuntas relacionadas con el método realizado por el UE. Además, se apreciará que el UE 800 puede comprender componentes adicionales.

La referencia a lo largo de esta especificación a "un ejemplo" o "ejemplar" significa que un rasgo, estructura, o
 35 característica en particular descrito en relación con el ejemplo se incluye en, al menos, una realización de la presente tecnología. De este modo, las apariciones de las frases "en un ejemplo" o de la palabra "ejemplar" en varios lugares a lo largo de esta especificación no se refieren todas, necesariamente, a la misma realización.

A lo largo de esta exposición, la palabra "comprende" o "que comprende" se ha utilizado en un sentido no
 40 limitativo, es decir, que significa "constar, al menos, de". Aunque en la presente memoria pueden emplearse términos específicos, éstos se utilizan en un sentido genérico y descriptivo solamente y no con fines de limitación. Las realizaciones en la presente memoria pueden aplicarse en cualquier sistema inalámbrico, incluyendo LTE o 4G, LTE-A (o LTE-Avanzado), 5G, 5G avanzado, WiMAX, WiFi, comunicaciones por satélite, radiodifusión de TV, etc.
 45

Referencias

[1] TS 38.211 V16.0.0 del 3GPP: "3GPP; TSG RAN; NR; Canales físicos y modulación (Ver. 16)", enero de 2020.

50 [2] TS 38.212 V16.0.0 del 3GPP "3GPP; TSG RAN; NR; Multiplexación y codificación de canal (Ver. 16)", enero de 2020.

[3] TS 38.213 V16.0.0 del 3GPP: "3GPP; TSG RAN; NR; Procedimientos de capa física para el control (Ver. 16)",
 55 enero de 2020.

[4] TS 38.214 V16.0.0 del 3GPP: "3GPP; TSG RAN; NR; Procedimientos de capa física para datos (Ver. 16)," enero de 2020.

60 [5] TS 38.321 V15.8.0 del 3GPP: "3GPP; TSG RAN; NR; Especificación del protocolo de control de acceso al medio (MAC) (Ver. 15)", enero de 2020.

[6] TS 38.331 V15.8.0 del 3GPP: "3GPP; TSG RAN; NR; Especificación del protocolo de control de recursos de radio (RRC); (Ver. 15)", enero de 2020.

65 [7] TS 38.101-1 V16.2.0 del 3GPP: "3GPP; TSG RAN; Transmisión y recepción de radio del equipo de usuario (UE); Parte 1: Rango 1 Independiente (Ver. 16)", enero de 2020.

[8] TS 38.101-2 V16.2.0 del 3GPP: "3GPP; TSG RAN; Transmisión y recepción de radio del equipo de usuario (UE); Parte 2: Rango 2 Independiente (Ver. 16)", enero de 2020.

5

REIVINDICACIONES

1. Un método realizado por un equipo de usuario, UE, (800) comprendiendo el método:
- 5 - la recepción desde un nodo (600) de red, de un único canal físico de control de enlace descendente, PDCCH, o una concesión de capa superior, en donde el PDCCH o la concesión de capa superior programa al menos dos ocasiones de transmisión de canal físico compartido de enlace ascendente, PUSCH, para el UE;
- 10 - en donde todas las ocasiones de transmisión PUSCH programadas están asociadas con un mismo bloque de transporte PUSCH,
- en donde el PDCCH o la concesión de capa superior de programación indica:
- 15 - al menos dos recursos de señal de referencia de sondeo, SRS, en donde cada recurso SRS está asociado con un conjunto de recursos SRS diferente, y en donde un conjunto de recursos SRS es una configuración de capa superior que comprende uno o más recursos SRS,
- al menos dos comandos de control de potencia de transmisión, TPC, y
- 20 - uno o más puertos de señal de referencia de demodulación, DMRS,
- y la realización de las transmisiones PUSCH programadas, en donde cada transmisión PUSCH se realiza utilizando el puerto o puertos SRS de uno de los recursos SRS indicados y los puertos DMRS indicados, en un conjunto de símbolos que es distinto de cualquier otra transmisión PUSCH programada por el PDCCH o la
- 25 concesión de capa superior, y está asociada con uno de los comandos TPC indicados.
2. El método según la reivindicación 1 que comprende la recepción de un PDCCH o una concesión de capa superior que programa al menos dos ocasiones de transmisión PUSCH, en donde los recursos SRS se indican mediante un campo indicador de recursos SRS, SRI, campo, y el número de recursos SRS indicados es menor o
- 30 igual que el número de ocasiones de transmisión PUSCH.
3. El método según la reivindicación 1 o la reivindicación 2 que comprende la transmisión de un primer PUSCH utilizando un primer conjunto de uno o más puertos de antena asociados con un primer recurso de señal de referencia de sondeo, SRS, indicado por el campo SRI y un segundo PUSCH utilizando un segundo conjunto de
- 35 uno o más puertos de antena asociados con un segundo recurso SRS indicado por el campo SRI.
4. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde si un número de repeticiones de ocasiones de transmisión PUSCH es mayor que el número indicado de recursos SRS o de estados de indicación de configuración de transmisión de enlace ascendente, TCI-UL, aplicando el UE un patrón para la asociación cíclica
- 40 o secuencial entre los recursos SRS indicados y las ocasiones de transmisión PUSCH.
5. El método según la reivindicación 4, en donde cuando se deben realizar $2n$ transmisiones de un PUSCH y el PDCCH o la concesión de capa superior de programación indica 2 estados TCI-UL o 2 recursos SRS, el primer estado TCI-UL o recurso SRS se asocia con la primera ocasión de transmisión PUSCH, el segundo estado
- 45 TCI-UL o recurso SRS está asociado con la segunda ocasión de transmisión y el mismo patrón de asociación se repite con las restantes ocasiones de transmisión PUSCH.
6. El método según la reivindicación 4, en donde cuando se deben realizar $2n$ transmisiones de un PUSCH y el PDCCH o la concesión de capa superior de programación indica 2 estados TCI-UL o 2 recursos SRS, el primer
- 50 estado TCI-UL o recurso SRS está asociado con las ocasiones de transmisión PUSCH impares, 1^a , 3^a ,... ($2n - 1$)-ésima y el segundo estado TCI-UL o recurso SRS está asociado con las ocasiones de transmisión PUSCH pares, 2^a , 4^a ,... ($2n$)-ésima, o el primer estado TCI-UL o recurso SRS está asociado con las ocasiones de transmisión PUSCH primera y segunda, el segundo estado TCI-UL o recurso SRS está asociado con las ocasiones de transmisión PUSCH tercera y cuarta, y el patrón se repite para el resto de las ocasiones de transmisión PUSCH.
- 55
7. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores que comprende la recepción, desde el nodo de red, de un PDCCH o concesión de capa superior que programa al menos dos ocasiones de transmisión PUSCH, en donde cada ocasión de transmisión PUSCH está programada en un intervalo diferente.
- 60
8. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la programación de al menos dos ocasiones de transmisión PUSCH por un único PDCCH o una concesión de capa superior se habilita a través de la indicación del parámetro de repetición a través de la capa PHY o una capa superior.
- 65
9. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores que comprende, la recepción desde el nodo de red, de un parámetro de capa superior que indica que el UE recibe un único PDCCH o una concesión de capa superior que programan n ($n \geq 1$) ocasiones de transmisión PUSCH, y en donde una configuración de transmisión

de la transmisión PUSCH se establece en un parámetro "multiPUSCH" que indica que el UE recibe un único PDCCH que programa una o más transmisiones PUSCH o la configuración de capa superior del PUSCH comprende un parámetro adicional que indica la programación de una o más transmisiones PUSCH utilizando un único PDCCH o una concesión de capa superior.

5

10. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores que comprende la recepción de una indicación de hasta $m \geq n$ puertos DMRS, $p \geq m$ puertos de antena y n matrices o vectores de precodificación (F_1, \dots, F_n) que asignan m puertos DMRS a p puertos de antena para n ($n > 1$) transmisiones PUSCH a través de un único PDCCH o a través de una concesión de capa superior, en donde los puertos de antena se indican a través de un campo SRI presente en la DCI de programación o la concesión de capa superior, o a través de un campo que indica hasta n estados TCI-UL en la DCI de programación o la concesión de capa superior.

10

11. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde si un número de repeticiones o transmisiones de ocasiones de transmisión PUSCH es mayor que el número indicado de comandos TPC o indicaciones de precodificador o versiones de redundancia, RV, proporcionadas para las ocasiones de transmisión PUSCH, el UE está configurado para habilitar un patrón cíclico o secuencial de aplicación de los comandos TPC, indicaciones de precodificador o versiones de redundancia para las ocasiones de transmisión PUSCH.

15

12. El método según la reivindicación 11, en donde cuando se programan $2n$ transmisiones de un PUSCH mediante un PDCCH o una concesión de capa superior y se proporcionan 2 comandos TPC/indicaciones de precodificador/RV para las ocasiones de transmisión PUSCH, el primer comando TPC/indicación de precodificador/versión de redundancia está asociado con la primera, tercera, ... $(2n - 1)$ -ésima ocasión de transmisión PUSCH impares y el segundo comando TPC/indicación de precodificador/versión de redundancia está asociado con la segunda, cuarta, ... $(2n)$ -ésima ocasión de transmisión PUSCH pares, o el primer comando TPC/indicación de precodificador/versión de redundancia está asociado con la primera y segunda ocasiones de transmisión PUSCH, el comando TPC/indicación de precodificador/versión de redundancia está asociado con la tercera y cuarta ocasiones de transmisión PUSCH, y el patrón se repite para el resto de las ocasiones de transmisión PUSCH.

20

25

30

13. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde cuando un PDCCH o una concesión de capa superior que programa más de una ocasión de transmisión PUSCH, indica uno o más grupos de recursos SRS a través de uno o más campos SRI, en donde cada grupo comprende uno o más recursos SRS, el conjunto de recursos SRS al que pertenecen o están asociados los recursos SRS se determina basándose en al menos uno de los siguientes:

35

- un primer grupo de uno o más recursos SRS indicados por el campo o campos SRI está asociado con un conjunto de recursos SRS con ID s_1 y un segundo grupo de uno o más recursos SRS indicados por el campo o campos SRI que, en términos del orden de indicación por el campo SRI, está después de dicho primer grupo de recursos SRS, está asociado con un conjunto de recursos SRS con ID s_2 , en donde $s_2 > s_1$ o $s_2 < s_1$, y en donde el SRI está asociado con la transmisión más reciente de dichos conjuntos de recursos SRS utilizando dicho orden de la indicación del conjunto de recursos SRS;

40

- un primer grupo de uno o más recursos SRS indicados por el campo o campos SRI está asociado con un conjunto de recursos SRS cuyos recursos han sido los más recientes transmitidos antes o después de un tiempo de referencia t^n y un segundo grupo de uno o más recursos SRS indicados por el campo o campos SRI que, en términos del orden de indicación por el campo o campos SRI, es posterior a dicho primer grupo de uno o más recursos SRS está asociado con un conjunto de recursos SRS que es el segundo más reciente transmitido antes o después de dicho tiempo específico o tiempo de referencia t^n , y en donde si el campo o campos SRI indica un recurso o recursos SRS solo de un conjunto de recursos SRS o si la indicación de solo un grupo de uno o más recursos SRS de uno de los conjuntos de recursos SRS es válida o seleccionada o considerada, a continuación el más reciente transmitido con respecto al tiempo específico o tiempo de referencia t^n es el conjunto de recursos SRS referenciado o asociado.

45

50

14. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el PDCCH o la concesión de capa superior recibido que programa $n > 1$ transmisiones comprende $n' \leq n$ campos SRI, en donde un campo de b bits está dentro del campo o campos SRI o junto con el campo o campos SRI o como un campo separado, donde $b \geq 1$, lo que indica al menos uno de los siguientes:

55

- Ninguno de los recursos SRS indicados por el campo o campos SRI se ha de utilizar para la ocasión u ocasiones de transmisión PUSCH programadas por el PDCCH o la concesión de capa superior.

60

- El recurso o recursos SRS indicados por al menos uno del campo o campos SRI no se utilizan para ninguna de la ocasión u ocasiones de transmisión PUSCH programadas por el PDCCH o la concesión de capa superior.

65

- El campo de bits de al menos uno del campo o campos SRI no se utiliza para determinar el recurso o recursos

SRS del conjunto o conjuntos de recursos SRS correspondientes para ninguna ocasión u ocasiones de transmisión PUSCH programadas por el PDCCH o la concesión de capa superior.

5 • Los campos de bits de solo un subconjunto adecuado del campo o campos SRI en el PDCCH o en la concesión de capa superior se utilizan para al menos una ocasión de transmisión PUSCH programada por el PDCCH o la concesión de capa superior.

10 • El recurso o recursos SRS indicados por cada campo SRI en el PDCCH o en la concesión de capa superior se utilizan para al menos una ocasión de transmisión PUSCH programada por el PDCCH o la concesión de capa superior.

15 15. Un equipo de usuario, UE, (800) que comprende un procesador (810) y una memoria (820) que contiene instrucciones ejecutables por el procesador (810), mediante el cual, cuando se ejecutan, dichas instrucciones hacen que dicho procesador lleve a cabo cualquiera de las reivindicaciones del método 1 a 14.

16. Un método realizado por un nodo (600) de red, comprendiendo el método:

20 - la configuración, de un UE (800) para recibir, un único canal físico de control de enlace descendente, PDCCH, o una concesión de capa superior, en donde el PDCCH o la concesión de capa superior programa al menos dos ocasiones de transmisión de canal físico compartido de enlace ascendente, PUSCH, para el UE;

- en donde todas las ocasiones de transmisión PUSCH programadas están asociadas con un mismo bloque de transporte PUSCH,

25 - en donde el PDCCH o la concesión de capa superior de programación indica:

- al menos dos recursos de señal de referencia de sondeo, SRS, en donde cada recurso SRS está asociado con un conjunto de recursos SRS diferente, y en donde un conjunto de recursos SRS es una configuración de capa superior que comprende uno o más recursos SRS,

30 - al menos dos comandos de control de potencia de transmisión, TPC, y

- uno o más puertos de señal de referencia de demodulación, DMRS,

35 para habilitar el UE para realizar las transmisiones PUSCH programadas, en donde cada transmisión PUSCH se realiza utilizando el puerto o puertos SRS de uno de los recursos SRS indicados y los puertos DMRS indicados, en un conjunto de símbolos que es distinta de cualquier otra transmisión PUSCH programada por el PDCCH o la concesión de capa superior, y está asociada con uno de los comandos TPC indicados.

40 17. Un nodo (600) de red que comprende un procesador (610) y una memoria (620) que contiene instrucciones ejecutables por el procesador (610), mediante el cual, cuando se ejecutan, dichas instrucciones hacen que dicho procesador lleve a cabo el método de la reivindicación 16.

```

SRS-ResourceSet ::= SEQUENCE {
  srs-ResourceSetId SRS-ResourceSetId,
  srs-ResourceSetList SEQUENCE (SIZE (1..maxNrofSRS-ResourcesPerSet)) OF
    SRS-ResourceSet OPTIONAL, --- Cond Setup
  ...
  --- <All other parameters of 'SRS-ResourceSet' not shown> ---
  ...
  usage ENUMERATED {beamManagement,
    codebook, nonCodebook, antennaSwitching},
  alpha Alpha OPTIONAL, --- Need S
  p0 INTEGER (−202..24) OPTIONAL, --- Cond Setup
  pathlossReferences CHOICE {
    ssb-Index SSB-Index,
    csi-RS-Index NZP-CSI-RS-ResourceId
  } OPTIONAL, --- Need M
  srs-PowerControlAdjustmentStates ENUMERATED { sameAsFci2,
    separateClosedLoop} OPTIONAL, --- Need S
  ...
}

```

Figura 1: configuración del conjunto de recursos SRS (SoTA) [6]

```

SRS-Resource ::=
    srs-ResourceId          SRS-ResourceId,
    nrofSRS-Ports          ENUMERATED {port1,port2,port3,port4},
    ...
    ---<Call other parameters of 'SRS-ResourceSet' not shown>-----
    ...
    spatialRelationInfo    SRS-SpatialRelationInfo OPTIONAL, --- Need R
    ...
}

SRS-SpatialRelationInfo ::=
    servingCellId         SEQUENCE {
        servingCellIndex  OPTIONAL, --- Need S
        referenceSignal   CHOICE {
            srb-Index,
            CSI-RS-Index  NRP-CSI-RS-ResourceId,
            srs            SEQUENCE {
                resourceId  SRS-ResourceId,
                uplinkBWP   BWP-Id
            }
        }
    }
}

```

Figura 2: Configuración de recursos SRS (SoTA [6])

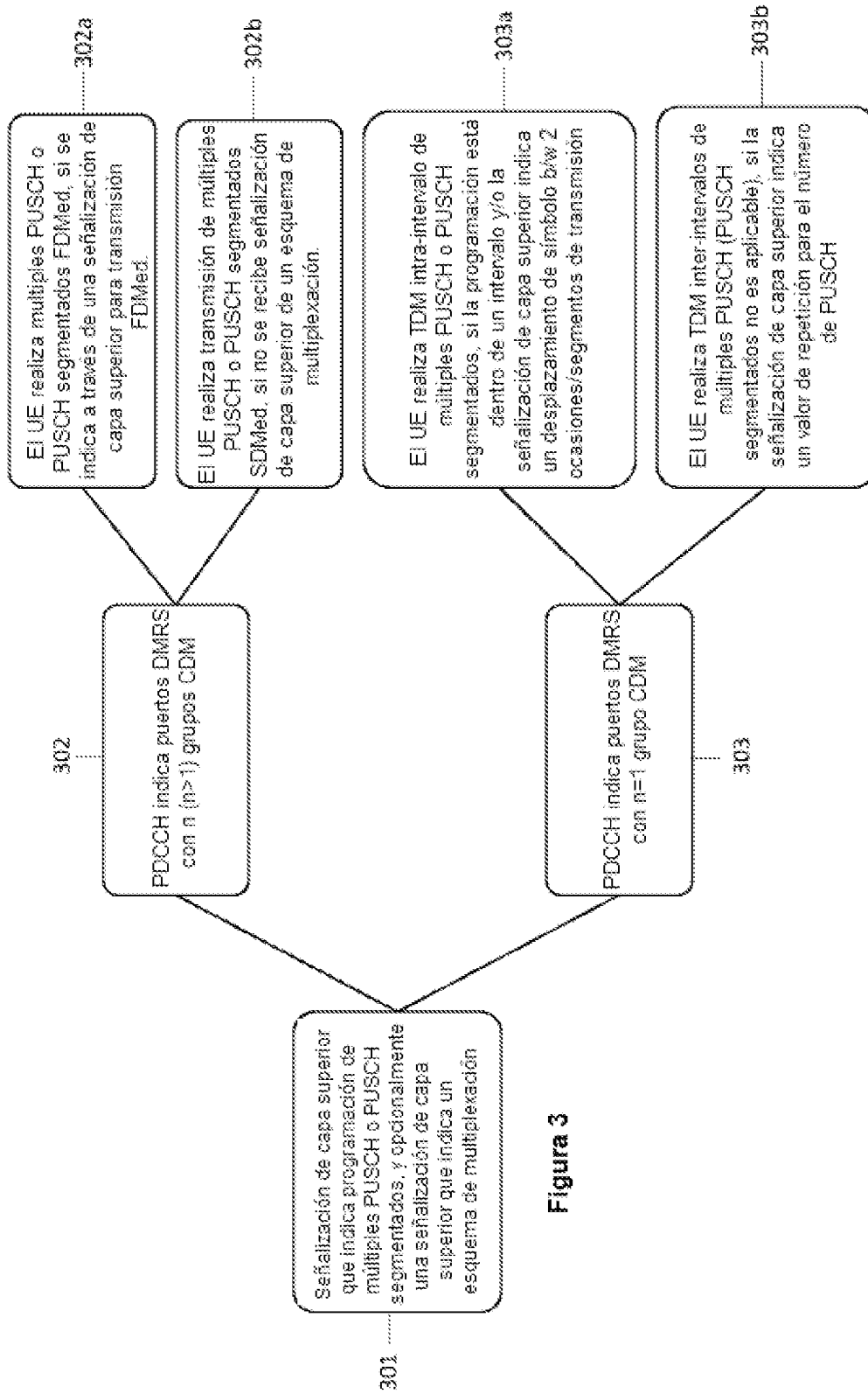


Figura 3

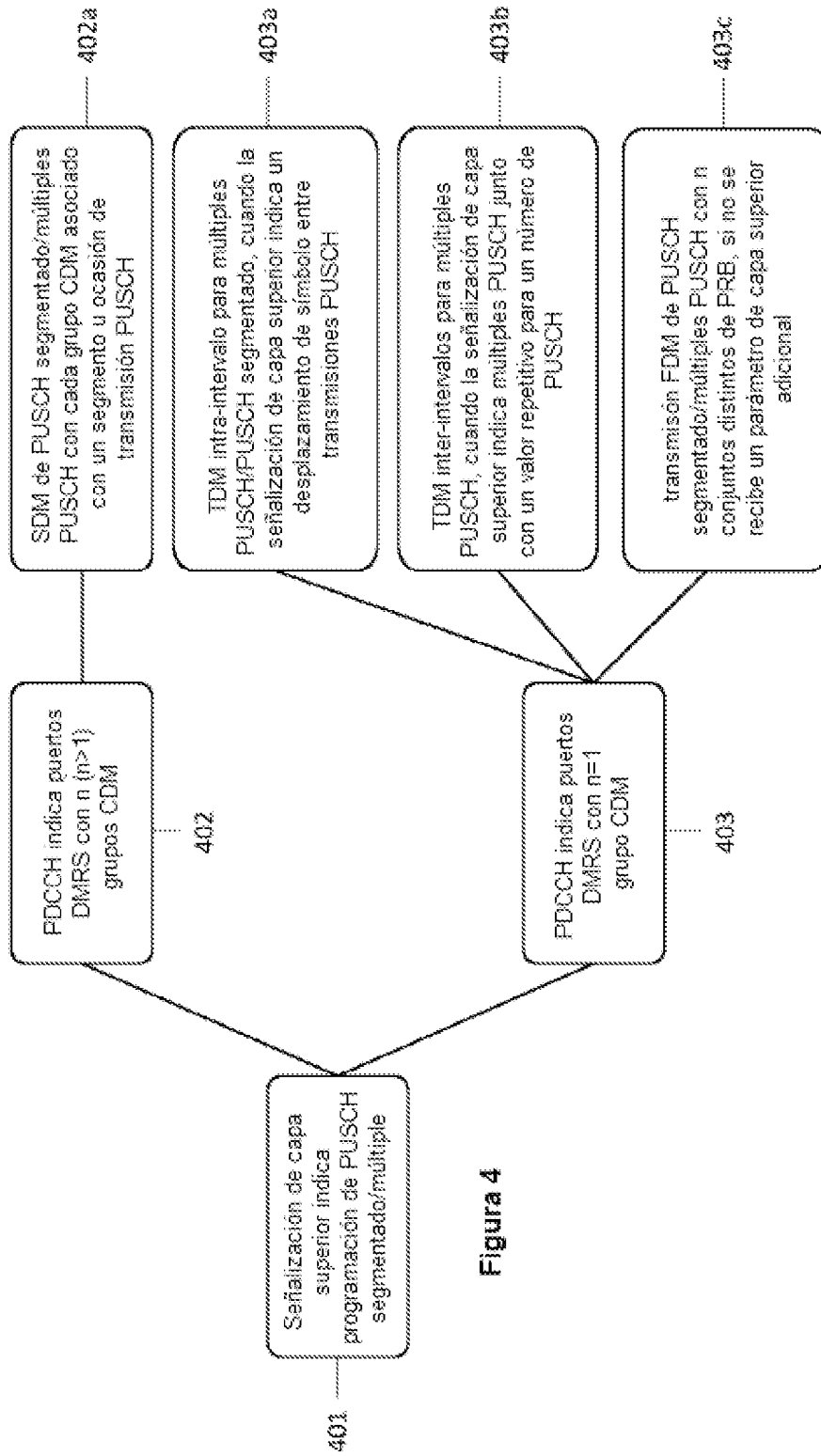


Figura 4

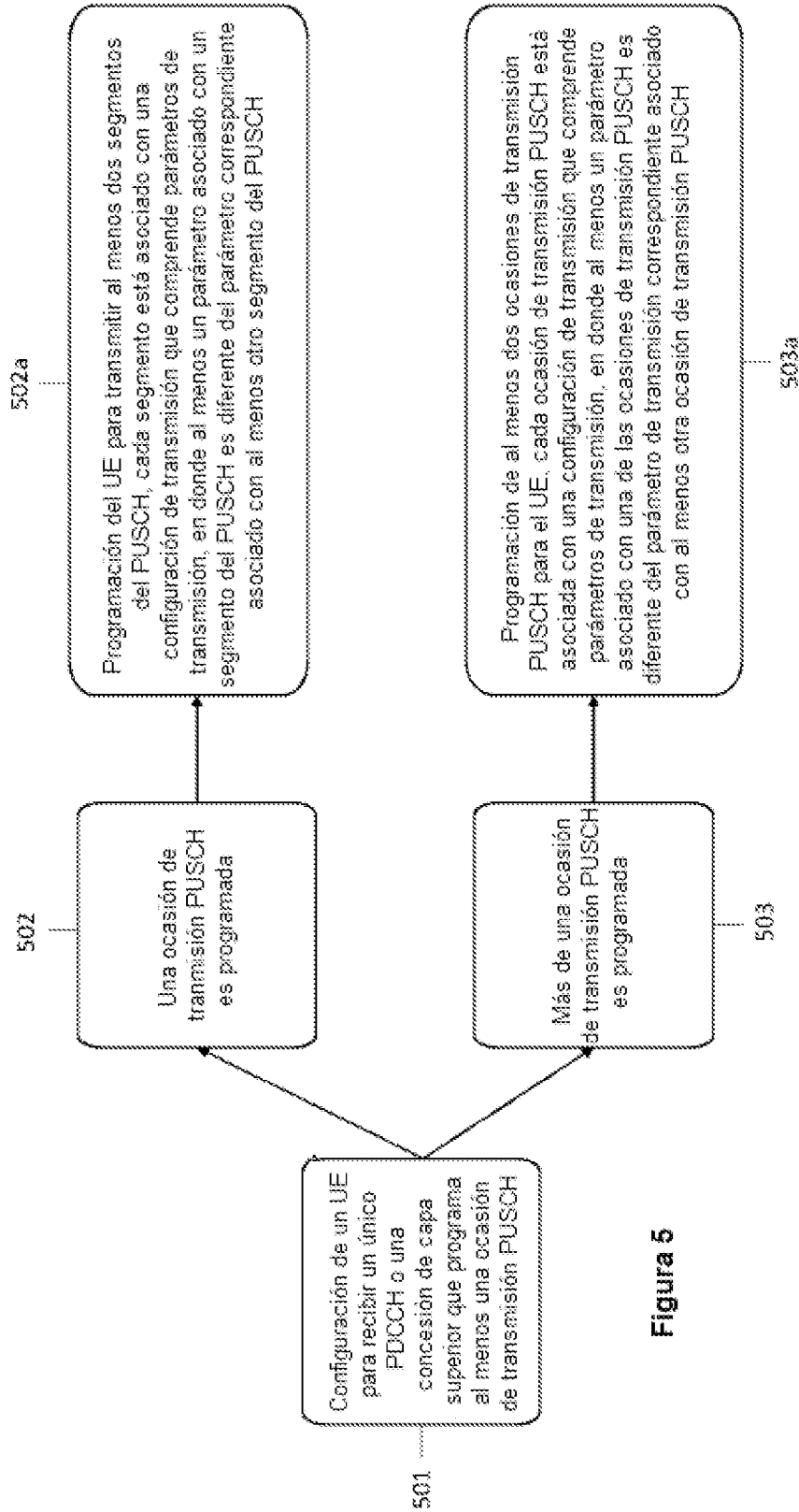


Figura 5

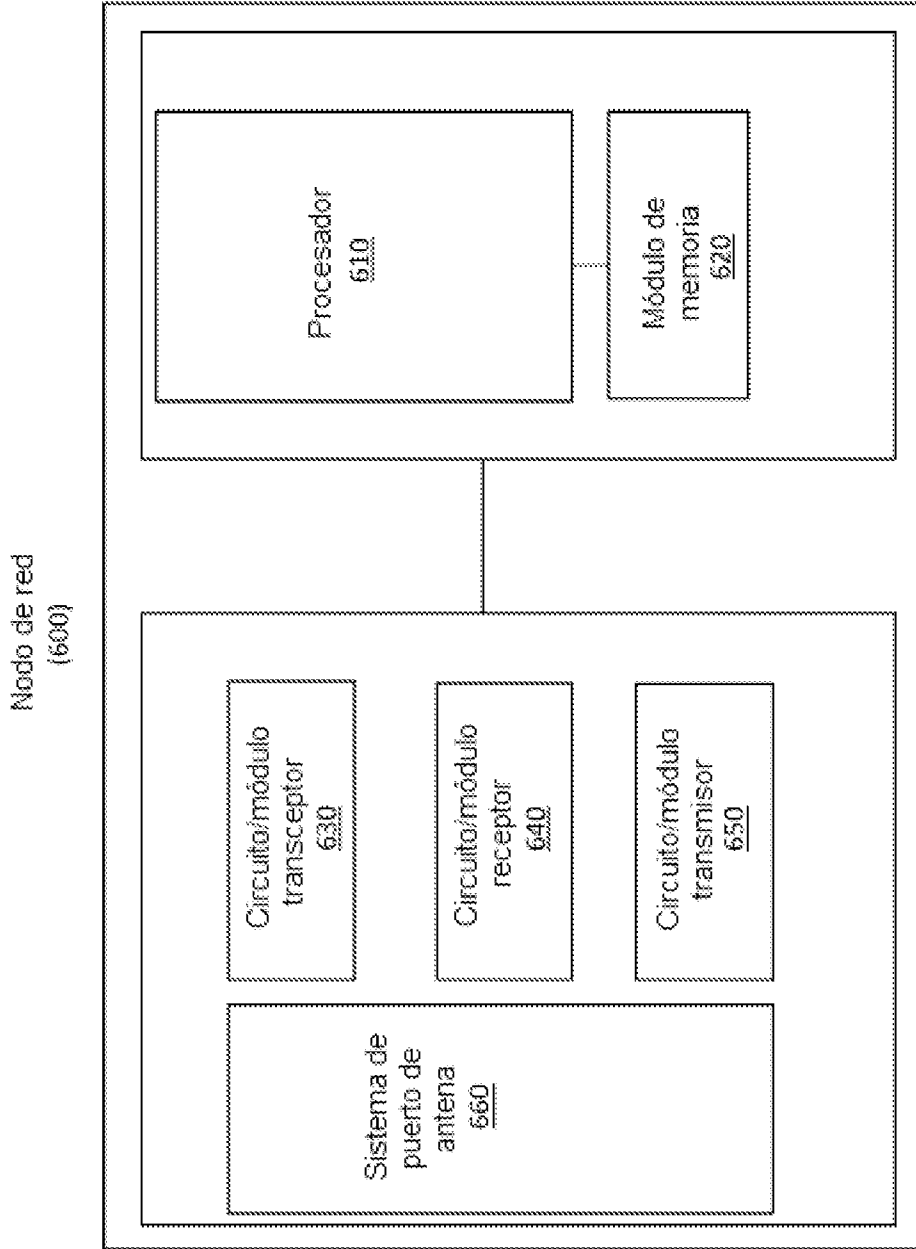


Figura 6

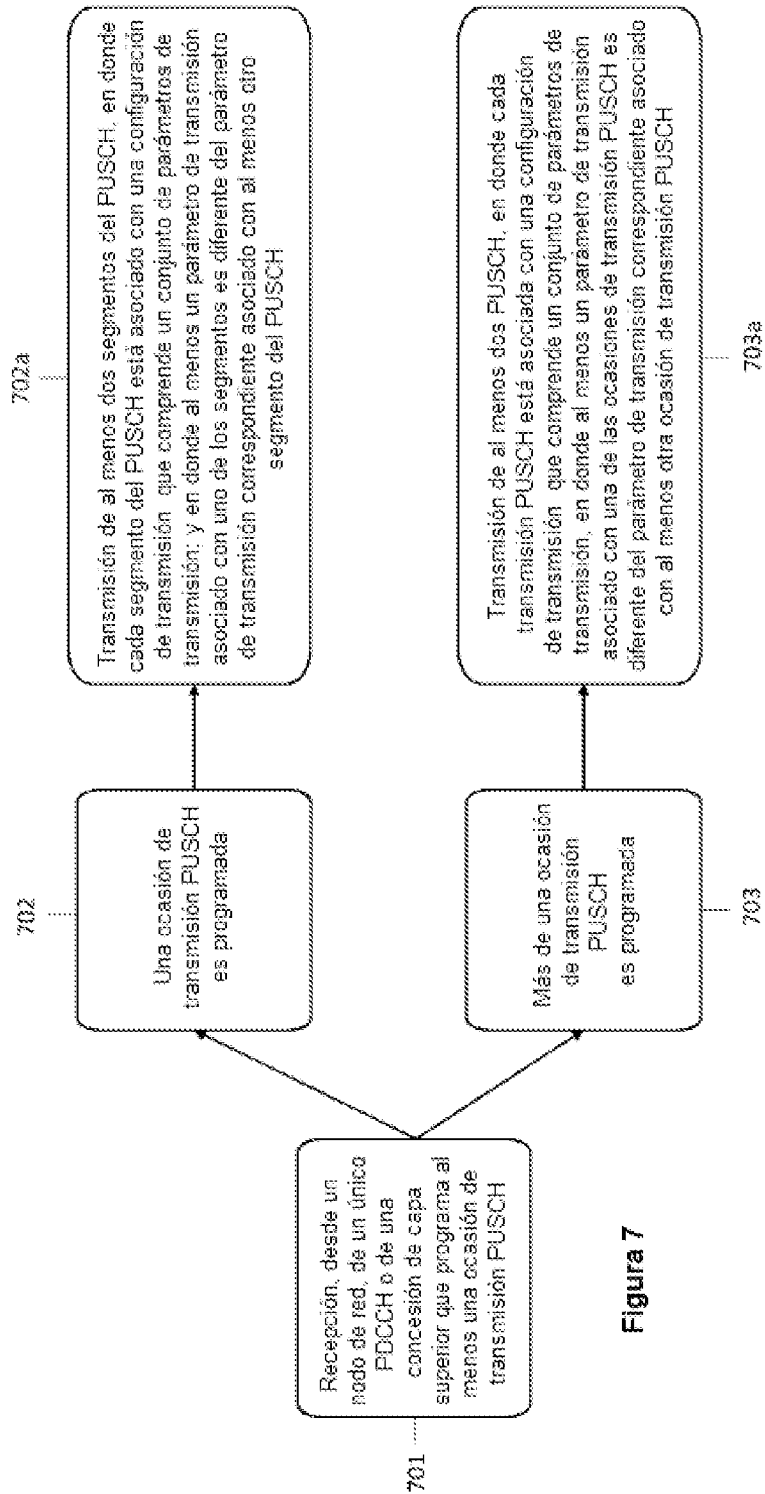


Figura 7

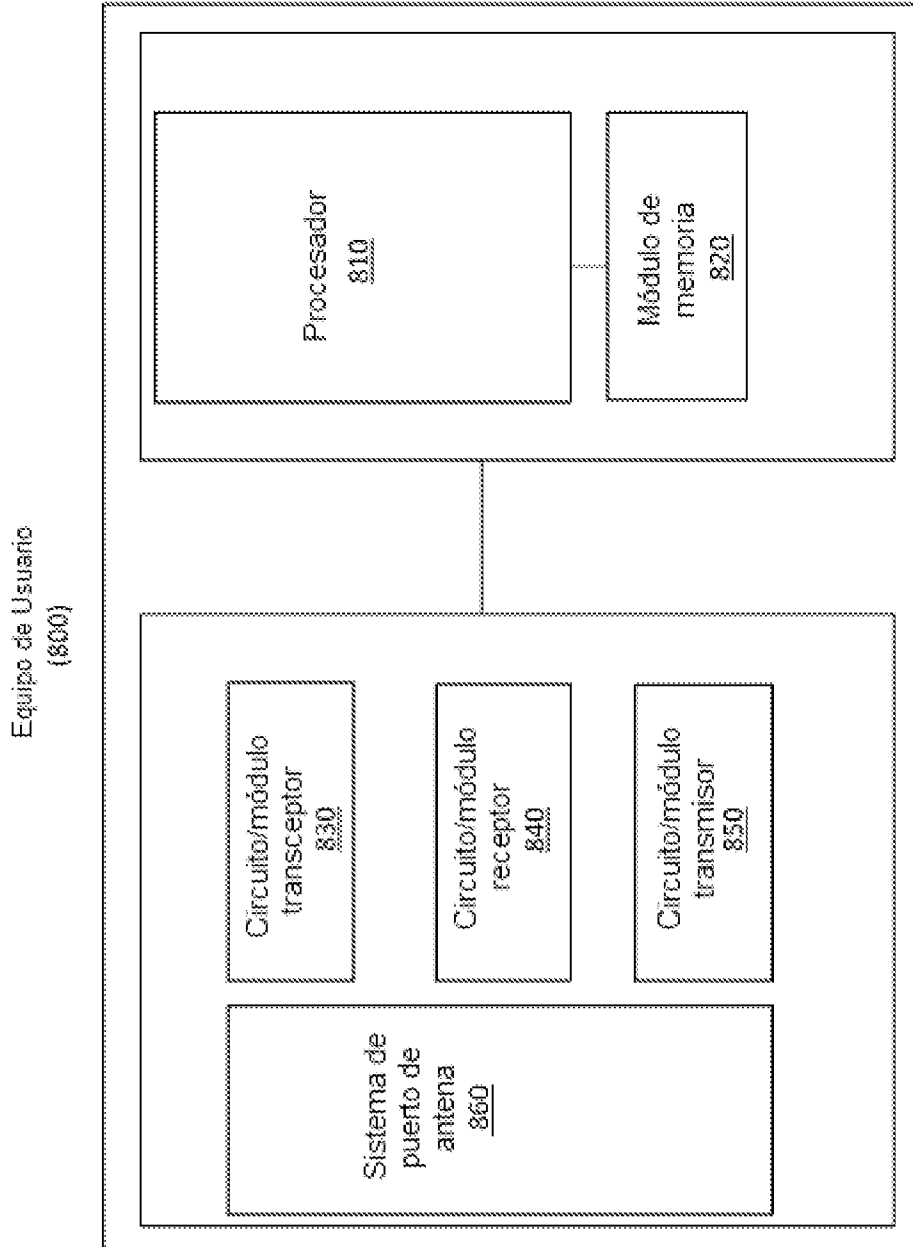


Figura 8