

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 860 475**

51 Int. Cl.:

H04L 5/00 (2006.01)

H04L 1/18 (2006.01)

H04L 1/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.12.2017 PCT/KR2017/014394**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.06.2018 WO18106063**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.12.2017 E 17878336 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.01.2021 EP 3535920**

54 Título: **Multiplexación de información de control en un canal físico de datos de enlace ascendente**

30 Prioridad:

09.12.2016 US 201662432215 P

20.12.2016 US 201662436705 P

10.03.2017 US 201762469843 P

23.05.2017 US 201762509831 P

21.11.2017 US 201715820051

22.11.2017 US 201715821128

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

05.10.2021

73 Titular/es:

SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. (100.0%)

129, Samsung-ro, Yeongtong-gu

Suwon-si, Gyeonggi-do 16677, KR

72 Inventor/es:

PAPASAKELLARIOU, ARIS

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 860 475 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

Multiplexación de información de control en un canal físico de datos de enlace ascendente

Campo de la invención:

La presente solicitud se refiere en general a un sistema de comunicación inalámbrica. Más específicamente, esta divulgación se refiere al soporte de transmisiones de información de control de multiplexación en un canal de datos de enlace ascendente.

Descripción de la técnica relacionada:

Para cumplir la demanda de tráfico de datos inalámbrico que ha aumentado desde el despliegue de los sistemas de comunicación 4G (4ª generación), se han realizado esfuerzos para desarrollar un sistema de comunicación 5G (5ª generación) mejorado o sistema de comunicación pre-5G. Por lo tanto, el sistema de comunicación 5G o pre-5G también se denomina una 'red más allá de 4G' o un sistema 'post LTE'.

El sistema de comunicación de 5G se considera que va a implementarse en bandas de frecuencia superior (mmWave), por ejemplo, bandas de 60 GHz, para conseguir tasas de datos superiores. Para reducir la pérdida de propagación de las ondas de radio y aumentar la distancia de transmisión, se analizan técnicas de formación de haces, múltiple entrada múltiple salida (MIMO) masiva, MIMO dimensional total (FD-MIMO), conjuntos de antenas, una formación de haces analógica, antenas a gran escala en los sistemas de comunicación 5G.

Además, en los sistemas de comunicación 5G, está en marcha el desarrollo para la mejora de la red de sistema basada en células pequeñas avanzadas, redes de acceso de radio de la nube (RAN), redes ultra densas, comunicación de dispositivo a dispositivo (D2D), enlace de retroceso inalámbrico, red en movimiento, comunicación cooperativa, múltiples puntos coordinados (CoMP), cancelación de interferencia de externo de recepción y similares.

En el sistema de 5G, se ha desarrollado la modulación FSK y QAM híbrida (FQAM) y la codificación de superposición de ventana deslizante (SWSC) como una modulación de codificación avanzada (ACM), y múltiples portadoras de banco de filtros (FBMC), acceso múltiple no ortogonal (NOMA) y acceso múltiple de código disperso (SCMA) como una tecnología de acceso avanzado.

Un equipo de usuario (UE) se denomina comúnmente como un terminal o una estación móvil, puede ser fijo o móvil, y puede ser un teléfono celular, un dispositivo de ordenador personal, o un dispositivo automatizado. Un gNB es en general una estación fija y puede denominarse también como una estación base, un punto de acceso, u otra terminología equivalente. Un sistema de comunicación incluye un enlace descendente (DL) que se refiere a transmisiones desde una estación base o uno o más puntos de transmisión a los UE y un enlace ascendente (UL) que se refiere a transmisiones desde los UE a una estación base o a uno o más puntos de recepción.

El documento US 2013/0235853 A1 desvela un procedimiento para que un UE determine un número de símbolos de modulación codificados por capa espacial para un tipo de UCI que se multiplexa en un PUSCH.

El documento US 2016/0295561 A1 desvela unos procedimientos para que una estación base posibilite un UE configurado para la operación con agregación de portadora a través de un número de células para determinar células e intervalos de tiempo de transmisión, en el que la estación base transmite información de datos al UE y para que el UE determine y disponga correspondiente información de acuse de recibo en una palabra de código.

Sumario de la invención

La invención se define mediante las reivindicaciones adjuntas. Todas las realizaciones y/o aspectos que no caen bajo el alcance de las reivindicaciones adjuntas han de considerarse simplemente como ejemplos adecuados para entender la invención. La presente divulgación se refiere a un sistema de comunicación previo a la 5ª Generación (5G) o sistema de comunicación 5G que se proporciona para soportar tasas de datos superiores más allá del sistema de comunicación de la 4ª generación (4G) tal como la evolución a largo plazo (LTE). La presente divulgación se refiere a la multiplexación de información de control de enlace ascendente (UCI) en un canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH). La presente divulgación también se refiere a la determinación de un número de símbolos codificados por capa para transmisión de un tipo de UCI en un PUSCH que transporta una transmisión inicial de un bloque de transporte (TB) de datos o una retransmisión adaptativa de los datos TB. La presente divulgación adicionalmente se refiere a la determinación de un número de símbolos codificados por capa para la transmisión de un tipo de UCI en un PUSCH que transporta una retransmisión adaptativa de bloques de códigos (CB) de datos donde la retransmisión adaptativa incluye diferentes CB de datos que la transmisión inicial de los datos CB. La presente divulgación se refiere adicionalmente a la determinación de un número de símbolos codificados por capa para transmisión de un tipo de UCI en un PUSCH cuando el PUSCH transmite únicamente UCI. La presente divulgación se refiere adicionalmente a la multiplexación de símbolos codificados para diversos tipos de UCI en un PUSCH de modo que se minimiza un impacto sobre la fiabilidad de recepción de datos y se mejora la fiabilidad de recepción de UCI. La presente divulgación también se refiere al soporte de codificación de cargas útiles de UCI que son menores o iguales que un valor predeterminado usando un procedimiento de codificación que es

aplicable a cargas útiles de UCI por encima del valor predeterminado. La presente divulgación se refiere adicionalmente a posibilitar que un gNB planifique una retransmisión de una palabra de código de acuse de recibo de petición automática de repetición híbrida (HARQ-ACK) de un UE. La presente divulgación se refiere adicionalmente a posibilitar la transmisión de información de HARQ-ACK por grupo de bloques de código. La presente divulgación se refiere adicionalmente a la aplicación de un ajuste diferente para parámetros de una transmisión de PUSCH de un UE en intervalos con UCI o multiplexación de SRS que en intervalos sin UCI o multiplexación de SRS y también a contabilizar recursos de DMRS variables potencialmente diferentes.

En una realización, se proporciona un UE de acuerdo con las reivindicaciones adjuntas. De acuerdo con un ejemplo, el UE incluye un receptor configurado para recibir una configuración para un primer conjunto de valores y un formato de información de control de enlace descendente (DCI) que planifica una transmisión de un PUSCH a través de un conjunto de elementos de recursos (RE) y que incluye un campo que proporciona un índice. El UE incluye adicionalmente un procesador configurado para determinar un primer valor del primer conjunto de valores basándose en el índice; y un primer subconjunto de RE, del conjunto de RE, para multiplexar primera información de control de enlace ascendente (UCI) basándose en el primer valor. Adicionalmente, el UE incluye un transmisor configurado para transmitir la primera UCI en el PUSCH.

En otra realización, se proporciona una estación base de acuerdo con las reivindicaciones adjuntas. De acuerdo con un ejemplo, la estación base incluye un transmisor configurado para transmitir una configuración para un primer conjunto de valores; y un formato de DCI que planifica una recepción de un PUSCH a través de un conjunto de RE y que incluye un campo que proporciona un índice. La estación base. Un procesador configurado para determinar un primer valor del primer conjunto de valores basándose en el índice; y un primer subconjunto de RE, a partir del conjunto de RE, para demultiplexar la primera UCI basándose en el primer valor. Un receptor configurado para recibir la primera UCI en el PUSCH.

En otra realización, se proporciona un procedimiento de un UE de acuerdo con las reivindicaciones adjuntas. De acuerdo con un ejemplo, el procedimiento incluye recibir una configuración para un primer conjunto de valores y recibir un formato de información de control de enlace descendente (DCI) que planifica una transmisión de un canal físico de datos compartido de enlace ascendente (PUSCH) a través de un conjunto de elementos de recursos (RE) y que incluye un campo que proporciona un índice. El procedimiento incluye adicionalmente determinar un primer valor del primer conjunto de valores basándose en el índice, determinar un primer subconjunto de RE desde el conjunto de RE, para multiplexar primera información de control de enlace ascendente (UCI), basándose en el primer valor, y transmitir la primera UCI en el PUSCH.

En otra realización, se proporciona un procedimiento de una estación base de acuerdo con las reivindicaciones adjuntas.

La invención se refiere a las realizaciones específicas como se definen mediante las reivindicaciones adjuntas mientras que otras realizaciones descritas a través de toda la descripción que no caen dentro de tal alcance definido de manera evidente deberán entenderse simplemente como ejemplos.

En otra realización, un equipo de usuario (UE) que comprende: un receptor configurado para: recibir una configuración para un número de $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB,máx}}$ bits de información de acuse de recibo de petición automática de repetición híbrida (HARQ-ACK) por bloque de transporte (TB) de datos; recibir un formato de información de control de enlace descendente (DCI) que planifica una recepción de un TB de datos; y recibir el TB de datos que incluye un

número de $N_{\text{CB}}^{\text{TB}}$ de bloques de código (CB) de datos; y un procesador configurado para: determinar un número de $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}}$ bits de información de HARQ-ACK para un respectivo número de grupos de CB (CBG); determinar

$N_{\text{CB}}^{\text{CBG}} = \lceil N_{\text{CB}}^{\text{TB}} / N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} \rceil$ CB por CBG para los primeros $\text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ CBG; y

$N_{\text{CB}}^{\text{CBG}} = \lfloor N_{\text{CB}}^{\text{TB}} / N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} \rfloor$ CB por CBG para los últimos $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} - \text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ generar $\text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ bits de información para los primeros $\text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ CBG; generar

$N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} - \text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ bits de información de HARQ-ACK para los últimos $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} - \text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$; y generar una palabra de código de HARQ-ACK que incluye los

$\text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ bits de información de HARQ-ACK seguidos por los $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} - \text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ bits de información de HARQ-ACK, en el que $\lceil \cdot \rceil$ es una función suelo, $\lfloor \cdot \rfloor$ es una función suelo, y mod es una función módulo; y un transmisor configurado para transmitir la palabra de código de HARQ-ACK en un canal físico de control de enlace ascendente (PUCCH) o en un canal físico de datos compartido de enlace ascendente (PUSCH).

En otra realización, el UE en el que el procesador está configurado adicionalmente para determinar $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}}$ como $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} = \min(N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB,máx}}, N_{\text{CB}}^{\text{TB}})$, y en el que mín es una función de mínimo.

En otra realización, el UE en el que cuando $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}}$ es menor que $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB,máx}}$, la palabra de código de HARQ-ACK incluye adicionalmente los últimos $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB,máx}} - N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}}$ bits de información de HARQ-ACK con un valor de acuse de recibo negativo (NACK).

En otra realización, el UE en el que el formato de DCI incluye $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB,máx}}$ bits que indican si un CBG del TB de datos TB es un nuevo CBG o un CBG anterior cuando $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}}$ es menor que $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB,máx}}$.

En otra realización, el UE en el que el procesador está configurado adicionalmente para determinar $N_{\text{CB}}^{\text{TB}}$ como $N_{\text{CB}}^{\text{TB}} = \lceil \text{TBS} / \text{CBS}_{\text{máx}} \rceil$ donde TBS es un tamaño del TB de datos y CBS_{máx} es un tamaño máximo predefinido de un CB de datos.

En otra realización, el UE en el que el formato de DCI incluye un campo que cuenta un número de CBG en un orden ascendente de un índice de intervalo o de un índice de célula.

En otra realización, el UE en el que el receptor está configurado adicionalmente para recibir un formato de DCI que planifica una transmisión de un TB de datos en el PUSCH y que incluye un campo que proporciona un primer índice para un esquema de modulación y codificación para el TB de datos; y en el que el procesador está configurado adicionalmente para determinar un segundo índice, menor que el primer índice, del primer índice cuando se transmite la palabra de código de HARQ-ACK en el PUSCH; y en el que el transmisor está configurado adicionalmente para transmitir el TB de datos en el PUSCH usando un esquema de modulación y codificación que corresponde al segundo índice.

En otra realización, una estación base que comprende: un transmisor configurado para: transmitir una configuración para un número de $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB,máx}}$ bits de información de acuse de recibo de petición automática de repetición híbrida (HARQ-ACK) por bloque de transporte (TB) de datos; transmitir un formato de información de control de enlace descendente (DCI) que planifica una transmisión de un TB de datos; y transmitir el TB de datos que incluye un

número de $N_{\text{CB}}^{\text{TB}}$ bloques de código (CB) de datos; y un procesador configurado para: determinar un número de $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}}$ bits de información de HARQ-ACK para un respectivo número de grupos de CB (CBG); determinar

$N_{\text{CB}}^{\text{CBG}} = \lceil N_{\text{CB}}^{\text{TB}} / N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} \rceil$ CB por CBG para los primeros $\text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ CBG; y $N_{\text{CB}}^{\text{CBG}} = \lfloor N_{\text{CB}}^{\text{TB}} / N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} \rfloor$

CB por CBG para los últimos $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} - \text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ CBG; y determinar una palabra de código de HARQ-ACK

que incluye los $\text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ bits de información de HARQ-ACK seguido por los

$N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} - \text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ bits de información de HARQ-ACK, en el que $\lceil \rceil$ es una función techo, $\lfloor \rfloor$ es una función suelo, y mod es una función módulo; y un receptor configurado para recibir la palabra de código de HARQ-ACK en un canal físico de control de enlace ascendente (PUCCH) o en un canal físico de datos compartido de enlace ascendente (PUSCH).

En otra realización, la estación base en la que el procesador está configurado adicionalmente para determinar $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}}$ como $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} = \min(N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB,máx}}, N_{\text{CB}}^{\text{TB}})$, y en el que mín es una función mínimo.

En otra realización, la estación base en la que cuando $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}}$ es menor que $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB,máx}}$, la palabra de código de HARQ-ACK incluye adicionalmente los últimos $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB,máx}} - N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}}$ bits de información de HARQ-ACK con un valor de acuse de recibo negativo (NACK).

En otra realización, la estación base en la que el formato de DCI incluye $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB,máx}}$ bits que indican si un CBG del TB de datos es un nuevo CBG o un CBG anterior cuando $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}}$ es menor que $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB,máx}}$.

En otra realización, la estación base en la que el procesador está configurado adicionalmente para determinar $N_{\text{CB}}^{\text{TB}}$ como $N_{\text{CB}}^{\text{TB}} = \lceil \text{TBS} / \text{CBS}_{\text{máx}} \rceil$ cuando TBS es un tamaño del TB de datos y $\text{CBS}_{\text{máx}}$ es un tamaño máximo predefinido de un CB de datos.

En otra realización, la estación base en la que el formato de DCI incluye un campo que cuenta un número de CBG en orden ascendente de un índice de intervalo o de un índice de célula.

En otra realización, la estación base en la que el transmisor está configurado adicionalmente para transmitir un formato de DCI que planifica una transmisión de un TB de datos en el PUSCH y que incluye un campo que proporciona un primer índice para un esquema de modulación y codificación para el TB de datos; y en la que el procesador está configurado adicionalmente para determinar un segundo índice, menor que el primer índice, desde el primer índice cuando se transmite la palabra de código de HARQ-ACK en el PUSCH; y en la que el receptor está configurado adicionalmente para recibir el TB de datos en el PUSCH que usa un esquema de modulación y codificación que corresponde al segundo índice.

En otra realización, un procedimiento que comprende: recibir una configuración para un número de $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB,máx}}$ bits de información de acuse de recibo de petición automática de repetición híbrida (HARQ-ACK) por bloque de transporte (TB) de datos; recibir un formato de información de control de enlace descendente (DCI) que planifica una recepción de un TB de datos; recibir el TB de datos que incluye un número de $N_{\text{CB}}^{\text{TB}}$ de bloques de código (CB) de datos; determinar un número de $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}}$ bits de información de HARQ-ACK para un respectivo número de grupos de CB

(CBG); determinar $N_{\text{CB}}^{\text{CBG}} = \lceil N_{\text{CB}}^{\text{TB}} / N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} \rceil$ CB por CBG para los primeros $(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ CBG; y $N_{\text{CB}}^{\text{CBG}} = \lfloor N_{\text{CB}}^{\text{TB}} / N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} \rfloor$ CB por CBG para los últimos $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} - \text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ CBG; generar $\text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ bits de información de HARQ-ACK para los primeros $\text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ CBG; generar $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} - \text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ bits de información para los últimos $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} - \text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ CBG; generar una palabra de código de HARQ-ACK que incluye los $\text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ bits de información de

HARQ-ACK seguido por los $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} - \text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ bits de información de HARQ-ACK, en el que $\lceil \cdot \rceil$ es una función techo, $\lfloor \cdot \rfloor$ es una función suelo, y mod es una función módulo; y transmitir la palabra de código de HARQ-ACK en un canal físico de control de enlace ascendente (PUCCH) o en un canal físico de datos compartido de enlace ascendente (PUSCH).

Pueden ser fácilmente evidentes otras características técnicas para un experto en la materia a partir de las siguientes figuras, descripciones y reivindicaciones.

Antes de tomar la descripción detallada a continuación, puede ser ventajoso exponer definiciones de ciertas palabras y frases usadas a través de todo este documento de patente. El término "acoplar" y derivados hacen referencia a cualquier comunicación directa o indirecta entre dos o más elementos, ya estén o no estos elementos en contacto físico entre sí. Los términos "transmitir", "recibir" y "comunicar" así como derivados de los mismos, abarcan tanto comunicación directa como indirecta. Los términos "incluye" y "comprende", así como derivados de los mismos, significan inclusión sin limitación. El término "o" es inclusivo, que significa y/o. La frase "asociado con", así como derivadas de la misma, significa incluir, estar incluido en, interconectado con, contener, estar contenido en, conectar a o con, acoplar a o con, ser comunicable con, cooperar con, intercalar, yuxtaponer, estar próximo a, estar unido a o con, tener, tener una propiedad de, tener una relación a o con o similares. El término "controlador" significa cualquier dispositivo, sistema o parte del mismo que controla al menos una operación. Un controlador de este tipo puede implementarse en hardware o una combinación de hardware y software y/o firmware. La funcionalidad asociada con cualquier controlador particular puede estar centralizada o distribuida, ya sea local o remotamente. La frase "al menos uno de", cuando se usa con una lista de elementos, significa que pueden usarse diferentes combinaciones de uno o más de los elementos listados, y únicamente un elemento de la lista puede ser necesario. Por ejemplo, "al menos uno de: A, B, y C" incluye cualquiera de las siguientes combinaciones: A, B, C, A y B, A y C, B y C, y A y B y C.

Además, diversas funciones descritas a continuación pueden implementarse o soportarse por uno o más programas informáticos, cada uno de los cuales está formado a partir de código de programa legible por ordenador e incorporado en un medio legible por ordenador. Los términos "aplicación" y "programa" hacen referencia a uno o más programas informáticos, componentes de software, conjuntos de instrucciones, procedimientos, funciones, objetos, clases, instancias, datos relacionados o una porción de los mismos adaptada para la implementación en un código de programa legible por ordenador adecuado. La frase "código de programa legible por ordenador" incluye cualquier tipo de código informático, que incluye código fuente, código objeto, y código ejecutable. La frase "medio legible por ordenador" incluye cualquier tipo de medio que pueda ser accedido por un ordenador, tal como memoria de solo lectura (ROM), memoria de acceso aleatorio (RAM), una unidad de disco duro, un disco compacto (CD), un disco de vídeo digital (DVD), o cualquier otro tipo de memoria. Un medio legible por ordenador "no transitorio" excluye enlaces de comunicación alámbricos, inalámbricos, ópticos u otros que transporten señales eléctricas transitorias u otras. Un medio legible por ordenador no transitorio incluye medios donde pueden almacenarse permanentemente los datos y medios donde pueden almacenarse los datos y sobrescribirse más tarde, tal como un disco óptico reescribible o un dispositivo de memoria borrable.

Las definiciones de otras ciertas palabras y frases se proporcionan a través de todo este documento de patente. Los expertos en la materia deberían entender que en muchos, si no la mayoría de los casos, tales definiciones se aplican a usos anteriores, así como futuros de tales palabras y frases definidas.

Los aspectos, características y ventajas de la presente divulgación son fácilmente evidentes a partir de la siguiente descripción detallada, que ilustra simplemente un número de particular realizaciones e implementaciones, incluyendo el mejor modo contemplado para llevar a cabo la presente divulgación. La presente divulgación también es apta de otras realizaciones y diferentes, y sus varios detalles pueden modificarse en diversos aspectos evidentes, todos sin alejarse del alcance de la presente divulgación. Por consiguiente, los dibujos y la descripción han de considerarse como ilustrativos en su naturaleza y no como restrictivos. La presente divulgación se ilustra a modo de ejemplo, y no por medio de limitación, en las figuras de los dibujos adjuntos.

A continuación, tanto la duplexación de división de frecuencia (FDD) como la duplexación por división en el tiempo (TDD) se consideran el procedimiento de dúplex para señalización de DL y UL.

Aunque las descripciones y realizaciones de ejemplo que siguen suponen multiplexación por división ortogonal de frecuencia (OFDM) o acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia (OFDMA), esta presente divulgación puede ampliarse a otras formas de onda de transmisión basadas en OFDM o múltiples esquemas de acceso tales como OFDM filtrado (F-OFDM) u OFDM con prefijo cíclico cero.

Esta presente divulgación cubre varios componentes que pueden usarse en conjunto con o en combinación entre sí, o pueden operar como esquemas independientes.

Breve descripción de los dibujos

Para un entendimiento más completo de la presente divulgación y sus ventajas, se hace referencia ahora a la siguiente descripción tomada en conjunto con los dibujos adjuntos, en los que números de referencia similares representan partes similares:

La Figura 1 ilustra una red inalámbrica de ejemplo de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación;

La Figura 2 ilustra un gNB de ejemplo de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación;

La Figura 3 ilustra un UE de ejemplo de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación;

La Figura 4A ilustra un diagrama de alto nivel de una ruta de transmisión de acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación;

La Figura 4B ilustra un diagrama de alto nivel de una ruta de recepción de acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación;

La Figura 5 ilustra una estructura de intervalo de DL de ejemplo para transmisión de PDSCH o transmisión de PDCCH de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación;

La Figura 6 ilustra una estructura de intervalo de UL de ejemplo para transmisión de PUSCH o transmisión de PUCCH de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación;

La Figura 7 ilustra una estructura de transmisor de ejemplo que usa OFDM de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación;

La Figura 8 ilustra una estructura de receptor de ejemplo que usa OFDM de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación;

La Figura 9 ilustra un diagrama de bloques de transmisor de ejemplo para información de datos y UCI en un PUSCH de acuerdo con estas realizaciones de la presente divulgación;

La Figura 10 ilustra un diagrama de bloques de receptor de ejemplo para información de datos y UCI en un PUSCH de acuerdo con estas realizaciones de la presente divulgación;

La Figura 11 ilustra un procedimiento de ejemplo para que un UE determine un valor de $\beta_{\text{desplazamiento}}^{\text{PUSCH}}$ a aplicar para determinar un número de símbolos de modulación codificados en un PUSCH dependiendo de si el PUSCH transporta o no una transmisión inicial de una retransmisión de un TB de datos de acuerdo con estas realizaciones de la presente divulgación;

La Figura 12 ilustra un procedimiento de ejemplo para que un UE determine un valor de $\beta_{\text{desplazamiento}}^{\text{PUSCH}}$ a aplicar para determinar un número de símbolos de modulación codificados en una transmisión de PUSCH basándose en señalización en un formato de DCI de UL asociado de acuerdo con estas realizaciones de la presente divulgación;

La Figura 13 ilustra un mapeo de ejemplo a subportadoras en un PUSCH de símbolos de modulación codificados que transportan HARQ-ACK, RI/CRI (CSI parte 1), y datos de acuerdo con estas realizaciones de la presente divulgación;

La Figura 14 ilustra un mapeo de ejemplo a subportadoras en un PUSCH de símbolos de modulación codificados que transportan HARQ-ACK, RI/CRI (CSI parte 1), y datos de acuerdo con estas realizaciones de la presente divulgación;

La Figura 15 ilustra un mapeo de ejemplo a subportadoras de PUSCH de símbolos de modulación codificados que transportan HARQ-ACK, RI/CRI (CSI parte 1), y datos de acuerdo con estas realizaciones de la presente divulgación;

La Figura 16 ilustra un mapeo de ejemplo a subportadoras de PUSCH de símbolos de modulación codificados que transportan HARQ-ACK, RI/CRI (CSI parte 1), y datos de acuerdo con estas realizaciones de la presente divulgación;

La Figura 17 ilustra un mapeo de ejemplo en subportadoras de PUSCH de símbolos de modulación codificados que transportan HARQ-ACK, RI/CRI (CSI parte 1), y datos de acuerdo con la primera opción para mapear símbolos de modulación codificados de UCI a través de símbolos de intervalo de PUSCH disponibles de acuerdo con estas realizaciones de la presente divulgación;

La Figura 18 ilustra una determinación de ejemplo para un número de símbolos de modulación codificados de CSI basándose en una carga útil de CSI de referencia (CSI parte 1) de acuerdo con estas realizaciones de la presente divulgación;

La Figura 19 ilustra un primer enfoque de ejemplo para mapear CSI a subportadoras de una transmisión de PUSCH de acuerdo con estas realizaciones de la presente divulgación;

La Figura 20 ilustra un segundo enfoque de ejemplo para mapear CSI a subportadoras de una transmisión de PUSCH de acuerdo con estas realizaciones de la presente divulgación;

La Figura 21 ilustra una existencia de ejemplo de una DMRS adicional cuando se multiplexa UCI en una transmisión de PUSCH de acuerdo con estas realizaciones de la presente divulgación;

La Figura 22 ilustra un mapeo de ejemplo y procedimiento de codificación para una carga útil de información original a través de un uso de una palabra de código con mayor longitud que la carga útil de información original de acuerdo con estas realizaciones de la presente divulgación;

La Figura 23 ilustra un procedimiento de decodificación y desmapeo de ejemplo para una carga útil de información original a través de un uso de una palabra de código con longitud mayor que la carga útil de información original de acuerdo con estas realizaciones de la presente divulgación;

La Figura 24 ilustra una planificación de ejemplo para una retransmisión de palabra de código de HARQ-ACK de acuerdo con estas realizaciones de la presente divulgación;

La Figura 25 ilustra un particionamiento adaptativo de ejemplo de un bloque de código de datos a unos grupos de bloques de código de datos y una respectiva generación adaptativa de una palabra de código de HARQ-ACK de longitud predeterminada de acuerdo con estas realizaciones de la presente divulgación;

La Figura 26 ilustra un diagrama de bloques de receptor de ejemplo para información de datos y UCI en un PUSCH de acuerdo con estas realizaciones de la presente divulgación;

La Figura 27 ilustra un procedimiento de ejemplo para que un UE ajuste un índice de MCS señalado en un formato de DCI de UL y determine un índice de MCS ajustado para contabilizar un aumento en una tasa de código debido a multiplexación de UCI de acuerdo con estas realizaciones de la presente divulgación; y

La Figura 28 ilustra un procedimiento de ejemplo para que un UE ajuste un número de RB señalizados en un formato de DCI de UL para determinar un TBS de datos para contabilizar un aumento en una tasa de código debido a multiplexación de UCI o SRS en un PUSCH de acuerdo con estas realizaciones de la presente divulgación.

Descripción detallada de las realizaciones ilustrativas

Las Figuras 1 a 28, analizadas a continuación, y las diversas realizaciones usadas para describir los principios de la presente divulgación en este documento de patente son por medio de ilustración únicamente y no deben interpretarse de manera alguna para limitar el alcance de la divulgación. Los expertos en la materia pueden entender que los principios de la presente divulgación pueden implementarse en cualquier sistema o dispositivo dispuesto de manera adecuada.

Los siguientes documentos y descripciones de normas son relevantes para la presente divulgación como se expone completamente en el presente documento: 3GPP TS 36.211 v13.2.0, "E-UTRA, Physical channels and modulation;" 3GPP TS 36.212 v13.2.0, "E-UTRA, Multiplexing and Channel coding;" 3GPP TS 36.213 v13.2.0, "E-UTRA, Physical Layer Procedures;" 3GPP TS 36.321 v13.2.0, "E-UTRA, Medium Access Control (MAC) protocol specification;" and 3GPP TS 36.331 v13.2.0, "E-UTRA, Radio Resource Control (RRC) Protocol Specification".

Para cumplir las peticiones de tráfico de datos inalámbrico que han aumentado desde el despliegue de los sistemas de comunicación 4G, se han realizado esfuerzos para desarrollar un sistema de comunicación 5G o pre-5G mejorado.

Por lo tanto, el sistema de comunicación 5G o pre-5G también se denomina una "Red por encima de 4G" o un "sistema post LTE".

El sistema de comunicación de 5G se considera que se implementa en bandas de frecuencia superior (mmWave), por ejemplo, bandas de 60 GHz, para conseguir tasas de datos superiores. Para aumentar la pérdida de propagación de las ondas de radio y aumentar la cobertura de transmisión, se analizan técnicas de formación de haces, múltiple entrada múltiple salida (MIMO) masiva, MIMO dimensional total (FD-MIMO), conjuntos de antenas, una formación de haces analógica, antenas a gran escala y similares en los sistemas de comunicación 5G.

Además, en sistemas de comunicación 5G, está en marcha el desarrollo de la mejora de red de sistema basándose en células pequeñas avanzadas, redes de acceso de radio (RAN) en la nube, redes ultra densas, comunicación de dispositivo a dispositivo (D2D), comunicación de enlace de retroceso inalámbrico, red en movimiento, comunicación cooperativa, transmisión y recepción de múltiples puntos coordinados (CoMP), mitigación de interferencia y cancelación y similares.

En el sistema de 5G, se ha desarrollado la modulación por desplazamiento de frecuencia híbrida y la modulación por amplitud en cuadratura (FQAM) y la codificación de superposición de ventana deslizante (SWSC) como una técnica de modulación y codificación adaptativa (AMC), y las múltiples portadoras de banco de filtros (FBMC), acceso múltiple no ortogonal (NOMA), y acceso múltiple de código disperso (SCMA) como una tecnología de acceso avanzada.

Las Figuras 1-4B a continuación describen diversas realizaciones implementadas en sistemas de comunicaciones inalámbricas y con el uso de técnicas de comunicación de OFDM o OFDMA. Las descripciones de las Figuras 1-3 no se pretende que impliquen limitaciones físicas o de arquitectura a la manera en la que pueden implementarse diferentes realizaciones. Pueden implementarse diferentes realizaciones de la presente divulgación en cualquier sistema de comunicaciones dispuesto de manera adecuada.

La Figura 1 ilustra una red 100 inalámbrica de ejemplo de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación. La realización de la red 100 inalámbrica mostrada en la Figura 1 es para ilustración únicamente. Podrían usarse otras realizaciones de la red 100 inalámbrica sin alejarse del alcance de esta divulgación.

Como se muestra en la Figura 1, la red 100 inalámbrica incluye un gNB 101, un gNB 102, y un gNB 103. El gNB 101 se comunica con el gNB 102 y el gNB 103. El gNB 101 también se comunica con al menos una red 130, tal como internet, una red de protocolo de Internet (IP) propietaria u otra red de datos.

El gNB 102 proporciona acceso de banda ancha inalámbrico a la red 130 para una primera pluralidad de equipos de usuario (UE) dentro de un área 120 de cobertura del gNB 102. La primera pluralidad de UE incluye un UE 111, que puede estar ubicado en un pequeño negocio (SB); un UE 112, que puede estar ubicado en una empresa (E); un UE 113, que puede estar ubicado en un punto caliente WiFi (HS); un UE 114, que puede estar ubicado en una primera residencia (R); un UE 115, que puede estar ubicado en una segunda residencia (R); y un UE 116, que puede ser un dispositivo móvil (M), tal como un teléfono celular, un portátil inalámbrico, una PDA inalámbrica o similares. El gNB 103 proporciona acceso de banda ancha inalámbrico a la red 130 para una segunda pluralidad de UE dentro de un área 125 de cobertura del gNB 103. La segunda pluralidad de UE incluye el UE 115 y el UE 116. En algunas realizaciones, uno o más de los gNB 101-103 pueden comunicarse entre sí y con los UE 111-116 usando 5G, LTE, LTE-A, WiMAX, WiFi, u otras técnicas de comunicación inalámbrica.

Dependiendo del tipo de red, la expresión "estación base" o "BS" puede hacer referencia a cualquier componente (o colección de componentes) configurado para proporcionar acceso inalámbrico a una red, tal como el punto de transmisión (TP), punto de transmisión-recepción (TRP), una estación base mejorada (eNodeB o gNB), gNB, una macrocélula, una femtocélula, un punto de acceso (AP) WiFi u otros dispositivos activados inalámbricamente. Las estaciones base pueden proporcionar acceso inalámbrico de acuerdo con uno o más protocolos de comunicación inalámbrica, por ejemplo, interfaz/acceso de nueva radio (NR) 5G 3GPP, evolución a largo plazo (LTE), LTE avanzada (LTE-A), acceso por paquetes de alta velocidad (HSPA), Wi-Fi 802.11a/b/g/n/ac, etc. Por motivos de conveniencia, los términos "eNodeB" y "gNB" se usan en este documento de patente para hacer referencia a componentes de infraestructura de red que proporcionan acceso inalámbrico a terminales remotos. También, dependiendo del tipo de red, pueden usarse otros términos y expresiones bien conocidos en lugar de "equipo de usuario" o "UE", tales como "estación móvil", "estación de abonado", "terminal remoto", "terminal inalámbrico", o "dispositivo de usuario". Por motivos de conveniencia, las expresiones "equipo de usuario" y "UE" se usan en este documento de patente para hacer referencia a equipo inalámbrico remoto que accede de manera inalámbrica a un gNB, si el UE es un dispositivo móvil (tal como un teléfono móvil o teléfono inteligente) o se considera de manera normal un dispositivo estacionario (tal como un ordenador de sobremesa o máquina de venta).

Las líneas discontinuas muestran las extensiones aproximadas de las áreas 120 y 125 de cobertura, que son conocidas como aproximadamente circulares para los fines de ilustración y explicación únicamente. Debería entenderse de manera evidente que las áreas de cobertura asociadas con gNB, tales como las áreas 120 y 125 de cobertura, pueden tener otras formas, incluyendo formas irregulares, dependiendo de la configuración de los gNB y variaciones en el entorno de radio asociado con las obstrucciones naturales y hechas por el hombre.

Como se describe en más detalle a continuación, uno o más de los UE 111-116 incluyen circuitería, programación o una combinación de los mismos, para transmitir información de control de enlace ascendente (UCI) en un canal de datos compartido de enlace ascendente o para determinar una palabra de código con información de acuse de recibo en un sistema de comunicación inalámbrica avanzado. En ciertas realizaciones, y uno o más de los gNB 101-103 incluyen circuitería, programación o una combinación de los mismos, para recibir UCI en un canal físico de datos compartido de enlace ascendente o en un canal físico de control de enlace ascendente, o para determinar una palabra de código con información de acuse de recibo en un sistema de comunicación inalámbrica avanzado.

Aunque la Figura 1 ilustra un ejemplo de una red 100 inalámbrica, pueden realizarse diversos cambios a la Figura 1. Por ejemplo, la red 100 inalámbrica podría incluir cualquier número de gNB y cualquier número de UE en cualquier disposición adecuada. También, el gNB 101 podría comunicarse directamente con cualquier número de UE y proporcionar a estos UE con acceso de banda ancha inalámbrico a la red 130. De manera similar, cada gNB 102-103 podría comunicarse directamente con la red 130 y proporcionar a los UE con acceso de banda ancha inalámbrico directo a la red 130. Además, los gNB 101, 102, y/o 103 podrían proporcionar acceso a redes externas adicionales u otras, tales como redes de telefonía externa u otros tipos de redes de datos.

La Figura 2 ilustra un gNB 102 de ejemplo de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación. La realización del gNB 102 ilustrada en la Figura 2 es para ilustración únicamente, y los gNB 101 y 103 de la Figura 1 podrían tener la misma configuración o similar. Sin embargo, los gNB entran en una amplia diversidad de configuraciones y la Figura 2 no limita el alcance de esta divulgación a cualquier implementación particular de un gNB.

Como se muestra en la Figura 2, el gNB 102 incluye múltiples antenas 205a-205n, múltiples transceptores 210a-210n de RF, circuitería de procesamiento de transmisión (TX) 215, y circuitería de procesamiento de recepción (RX) 220. El gNB 102 también incluye un controlador/procesador 225, una memoria 230, y un enlace de retroceso o interfaz 235 de red.

Los transceptores 210a-210n de RF reciben, desde las antenas 205a-205n, las señales de RF de entrada, tales como las señales transmitidas por los UE en la red 100. Los transceptores 210a-210n de RF convierten de manera descendente las señales de RF de entrada para generar las señales de IF o de banda base. Las señales de IF o de banda base se envían a la circuitería 220 de procesamiento de RX, que genera señales de banda base procesadas filtrando, decodificando y/o digitalizando las señales de banda base o de IF. La circuitería 220 de procesamiento de RX transmite las señales de banda base procesadas al controlador/procesador 225 para procesamiento adicional. En algunas realizaciones, los transceptores 210a-210n de RF pueden transmitir un canal de control de enlace descendente físico (PDCCH) que transporta un formato de información de control de enlace descendente (DCI), un canal físico compartido de enlace descendente (PDSCH) que transporta uno o más bloques de transporte de datos planificados por el formato de DCI, e información de configuración para su recepción de un canal físico de control de enlace ascendente (PUCCH) o de un canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH) que transporta información de acuse de recibo en respuesta a la transmisión de uno o más bloques de transporte de datos.

La circuitería 215 de procesamiento de TX recibe datos analógicos o digitales (tal como datos de voz, datos de web, correo electrónico, o datos de video-juegos interactivos) desde el controlador/procesador 225. La circuitería 215 de procesamiento de TX codifica, multiplexa y/o digitaliza los datos de banda base de salida para generar señales de banda base o de IF procesadas. Los transceptores 210a-210n de RF reciben las señales de banda base o de IF procesadas de salida desde la circuitería 215 de procesamiento de TX y convierten de manera ascendente las señales de banda base o de IF a señales de RF que se transmiten mediante las antenas 205a-205n.

El controlador/procesador 225 puede incluir uno o más procesadores u otros dispositivos de procesamiento que controlan la operación global del gNB 102. Por ejemplo, el controlador/procesador 225 podría controlar la recepción de señales de canal directo y la transmisión de señales de canal inverso mediante los transceptores 210a-210n de RF, la circuitería 220 de procesamiento de RX, y la circuitería 215 de procesamiento de TX de acuerdo con principios bien conocidos. El controlador/procesador 225 podría soportar funciones adicionales también, tal como funciones de comunicación inalámbrica más avanzadas. Por ejemplo, el controlador/procesador 225 podría soportar operaciones de formación de haces o de encaminamiento direccional en el que se ponderan las señales de salida de múltiples antenas 205a-205n para orientar de manera efectiva las señales de salida en una dirección deseada. Podría soportarse cualquiera de una amplia diversidad de otras funciones en el gNB 102 mediante el controlador/procesador 225.

En algunas realizaciones, el controlador/procesador 225 incluye al menos un microprocesador o microcontrolador. Como se describe en más detalle a continuación, el gNB 102 puede incluir circuitería, programación o una combinación de las mismas para el procesamiento de un canal de enlace ascendente y/o un canal de enlace descendente. Por ejemplo, el controlador/procesador 225 puede estar configurado para ejecutar una o más instrucciones, almacenadas en la memoria 230, que están configuradas para hacer que el controlador/procesador procese la señal.

El controlador/procesador 225 también puede ejecutar programas y otros procedimientos residentes en la memoria 230, tal como un SO. El controlador/procesador 225 puede mover datos dentro o fuera de la memoria 230 según se

requiera por un procedimiento de ejecución.

El controlador/procesador 225 también está acoplado al enlace de retroceso o a la interfaz 235 de red. El enlace de retroceso o la interfaz 235 de red permite que el gNB 102 se comunique con otros dispositivos o sistemas a través de una conexión de enlace de retroceso o a través de una red. La interfaz 235 podría soportar comunicaciones a través de cualquier conexión o conexiones alámbricas o inalámbricas adecuadas. Por ejemplo, cuando el gNB 102 se implementa como parte de un sistema de comunicación celular (tal como uno que soporta 5G, LTE, o LTE-A), la interfaz 235 podría permitir que el gNB 102 se comunique con otros gNB a través de una conexión de enlace de retroceso alámbrico o inalámbrico. Cuando el gNB 102 se implementa como un punto de acceso, la interfaz 235 podría permitir que el gNB 102 se comunique a través de una red de área local alámbrica o inalámbrica o a través de una conexión alámbrica o inalámbrica a una red mayor (tal como internet). La interfaz 235 incluye cualquier estructura adecuada que soporte comunicaciones a través de una conexión alámbrica o inalámbrica, tal como un transceptor de Ethernet o RF.

La memoria 230 está acoplada al controlador/procesador 225. Parte de la memoria 230 podría incluir una RAM, y otra parte de la memoria 230 podría incluir una memoria flash u otra ROM.

Aunque la Figura 2 ilustra un ejemplo del gNB 102, pueden realizarse diversos cambios a la Figura 2. Por ejemplo, el gNB 102 podría incluir cualquier número de cada componente mostrado en la Figura 2. Como un ejemplo particular, un punto de acceso podría incluir un número de interfaces 235, y el controlador/procesador 225 podría soportar funciones de encaminamiento para encaminar datos entre diferentes direcciones de red. Como otro ejemplo particular, aunque se muestra como que incluye un único caso de circuitería 215 de procesamiento de TX y un único caso de circuitería 220 de procesamiento de RX, el gNB 102 podría incluir múltiples casos de cada uno (tal como uno por transceptor de RF). También, podrían combinarse, subdividirse adicionalmente u omitirse en la Figura 2, y podrían añadirse componentes adicionales de acuerdo con necesidades particulares.

La Figura 3 ilustra un UE 116 de ejemplo de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación. La realización del UE 116 ilustrada en la Figura 3 es para ilustración únicamente, y los UE 111-115 de la Figura 1 podrían tener la misma configuración o similar. Sin embargo, los UE vienen en una amplia diversidad de configuraciones, y la Figura 3 no limita el alcance de esta divulgación a implementación particular alguna de un UE.

Como se muestra en la Figura 3, el UE 116 incluye una antena 305, un transceptor 310 de radiofrecuencia (RF), circuitería 315 de procesamiento de TX, un micrófono 320, y circuitería 325 de procesamiento de recepción (RX). El UE 116 también incluye un altavoz 330, un procesador 340, una interfaz (IF) de entrada/salida (E/S) 345, una pantalla táctil 350, una pantalla 355, y una memoria 360. La memoria 360 incluye un sistema operativo (SO) 361 y una o más aplicaciones 362.

El transceptor 310 de RF recibe, desde la antena 305, una señal de RF de entrada transmitida mediante un gNB de la red 100. El transceptor 310 de RF convierte de manera descendente la señal de RF de entrada para generar una frecuencia intermedia (IF) o señal de banda base. La señal de IF o de banda base se envía a la circuitería 325 de procesamiento de RX, que genera una señal de banda base procesada filtrando, decodificando y/o digitalizando la señal de banda base o de IF. La circuitería 325 de procesamiento de RX transmite la señal de banda base procesada al altavoz 330 (tal como para datos de voz) o al procesador 340 para procesamiento adicional (tal como para datos de exploración web).

La circuitería 315 de procesamiento de TX recibe datos de voz analógicos o digitales desde el micrófono 320 u otros datos de banda base de salida (tal como datos de web, correo electrónico, o datos de video juegos interactivos) desde el procesador 340. La circuitería 315 de procesamiento de TX codifica, multiplexa y/o digitaliza los datos de banda base de salida para generar una señal de banda base o de IF procesada. El transceptor 310 de RF recibe la señal de banda base o de IF procesada de salida desde la circuitería 315 de procesamiento de TX y convierte de manera ascendente la señal de banda base o de IF a una señal de RF que se transmite mediante la antena 305.

El procesador 340 puede incluir uno o más procesadores u otros dispositivos de procesamiento y ejecutar el SO 361 almacenado en la memoria 360 para controlar la operación global del UE 116. Por ejemplo, el procesador 340 podría controlar la recepción de señales de canal directo y la transmisión de señales de canal inverso mediante el transceptor 310 de RF, la circuitería 325 de procesamiento de RX, y la circuitería 315 de procesamiento de TX de acuerdo con principios bien conocidos. En algunas realizaciones, el procesador 340 incluye al menos un microprocesador o microcontrolador.

El procesador 340 también puede ejecutar otros procedimientos y programas residentes en la memoria 360, tales como procedimientos para la señal de referencia en un canal de enlace descendente. El procesador 340 puede mover datos dentro o fuera de la memoria 360 según se requiera mediante un procedimiento de ejecución. En algunas realizaciones, el procesador 340 está configurado para ejecutar las aplicaciones 362 basándose en el SO 361 o en respuesta a señales recibidas desde los gNB o un operador. El procesador 340 también está acoplado a la interfaz 345 de E/S, que proporciona al UE 116 con la capacidad para conectarse a otros dispositivos, tales como ordenadores portátiles y ordenadores de mano. La interfaz 345 de E/S es la ruta de comunicación entre estos accesorios y el procesador 340.

El procesador 340 también está acoplado a la pantalla táctil 350 y a la pantalla 355. El operador del UE 116 puede usar la pantalla táctil 350 para introducir datos en el UE 116. La pantalla 355 puede ser una pantalla de cristal líquido, pantalla de diodo de emisión de luz, u otra pantalla que pueda representar texto y/o al menos gráficos limitados, tal como desde sitios web.

- 5 La memoria 360 está acoplada al procesador 340. Parte de la memoria 360 podría incluir una memoria de acceso aleatorio (RAM), y otra parte de la memoria 360 podría incluir una memoria flash u otra memoria de solo lectura (ROM).

Aunque la Figura 3 ilustra un ejemplo de UE 116, pueden realizarse diversos cambios a la Figura 3. Por ejemplo, podrían combinarse, subdividirse adicionalmente u omitirse diversos componentes en la Figura 3 y podrían añadirse componentes adicionales de acuerdo con las necesidades particulares. Como un ejemplo particular, el procesador 340 podría dividirse en múltiples procesadores, tales como una o más unidades de procesamiento central (CPU) y una o más unidades de procesamiento de gráficos (GPU). También, aunque la Figura 3 ilustra el UE 116 configurado como un teléfono móvil o teléfono inteligente, los UE podrían estar configurados para operar como otros tipos de dispositivos móviles y estacionarios.

- 10 La Figura 4A es un diagrama de alto nivel de la circuitería 400 de ruta de transmisión. Por ejemplo, la circuitería 400 de ruta de transmisión puede usarse para una comunicación de acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia (OFDMA). La Figura 4B es un diagrama de alto nivel de la circuitería 450 de ruta de recepción. Por ejemplo, la circuitería 450 de ruta de recepción puede usarse para una comunicación de OFDMA. En las Figuras 4A y 4B, para la comunicación de enlace descendente, la circuitería 400 de ruta de transmisión puede implementarse en una estación base (por ejemplo, el gNB) 102 o una estación de retransmisión, y la circuitería 450 de ruta de recepción puede implementarse en un equipo de usuario (por ejemplo, el equipo 116 de usuario de la Figura 1). En otros ejemplos, para la comunicación de enlace ascendente, la circuitería 450 de ruta de recepción puede implementarse en una estación base (por ejemplo, el gNB 102 de la Figura 1) o en una estación de retransmisión, y la circuitería 400 de ruta de transmisión puede implementarse en un equipo de usuario (por ejemplo, el equipo 116 de usuario de la Figura 1).

- 15 La circuitería 400 de ruta de transmisión comprende el bloque 405 de codificación y modulación de canal, el bloque 410 de serie a paralelo (S-a-P), el bloque 415 de transformada de Fourier rápida inversa (IFFT) de tamaño N, el bloque 420 de paralelo a serie (P-a-S), el bloque 425 de adición de prefijo cíclico, y el convertidor ascendente (UC) 430. La circuitería 450 de ruta de recepción comprende el convertidor descendente (DC) 455, el bloque 460 de eliminación de prefijo cíclico, el bloque 465 de serie a paralelo (S-a-P), el bloque 470 de transformada rápida de Fourier (FFT) de tamaño n, el bloque 475 de paralelo a serie (P-a-S), y el bloque 480 de decodificación y demodulación de canal.

- 20 Al menos algunos de los componentes en las Figuras 4A y 4B pueden implementarse en software, mientras que otros componentes pueden implementarse mediante hardware configurable o una mezcla de software y hardware configurable. En particular, se observa que los bloques de FFT y los bloques de IFFT descritos en este documento de divulgación pueden implementarse como algoritmos de software configurable, donde el valor de tamaño N puede modificarse de acuerdo con la implementación.

- 25 Adicionalmente, aunque esta divulgación está dirigida a una realización que implementa la transformada rápida de Fourier y la transformada rápida de Fourier inversa, esto es por medio de ilustración únicamente y no debe interpretarse para limitar el alcance de la divulgación. Puede apreciarse que en una realización alternativa de la divulgación, las funciones de la transformada rápida de Fourier y las funciones de transformada rápida de Fourier inversa pueden sustituirse fácilmente por las funciones de transformada de Fourier discreta (DFT) y funciones de transformada de Fourier discreta inversa (IDFT), respectivamente. Puede apreciarse que para las funciones de DFT e IDFT, el valor de la variable N puede ser cualquier número entero (es decir, 1, 4, 3, 4, etc.), mientras que para las funciones de FFT e IFFT, el valor de la variable N puede ser cualquier número entero que sea una potencia de dos (es decir, 1, 2, 4, 8, 16, etc.).

- 30 En la circuitería 400 de ruta de transmisión, el bloque 405 de codificación y modulación de canal recibe un conjunto de bits de información, aplica codificación (por ejemplo, codificación de LDPC) y modula (por ejemplo, modulación por desplazamiento de fase cuaternaria (QPSK) o modulación por amplitud en cuadratura (QAM)) los bits de entrada para producir una secuencia de símbolos de modulación del dominio de frecuencia. El bloque 410 de serie a paralelo convierte (es decir, de-multiplexa) los símbolos modulados serie a datos paralelos para producir N flujos de símbolos paralelos donde N es el tamaño de IFFT/FFT usado en la BS 102 y el UE 116. El bloque 415 de IFFT de tamaño N a continuación realiza una operación de IFFT en los N flujos de símbolos paralelos para producir señales de salida del dominio del tiempo. El bloque 420 de paralelo a serie convierte (es decir, multiplexa) los símbolos de salida del dominio del tiempo paralelos desde el bloque 415 de IFFT de tamaño N para producir una señal de dominio de tiempo serie. El bloque 425 de adición de prefijo cíclico a continuación inserta un prefijo cíclico a la señal de dominio del tiempo. Finalmente, el convertidor ascendente 430 modula (es decir, convierte de manera ascendente) la salida del bloque 425 de adición de prefijo cíclico a la frecuencia de RF para su transmisión mediante un canal inalámbrico. La señal puede filtrarse también en banda base antes de la conversión a frecuencia de RF.

La señal de RF transmitida llega al UE 116 después de pasar a través del canal inalámbrico, y se realizan las operaciones inversas a aquellas en el gNB 102. El convertidor 455 descendente convierte de manera descendente la señal recibida a frecuencia de banda base, y el bloque 460 de eliminación de prefijo cíclico elimina el prefijo cíclico para producir la señal de banda base del dominio del tiempo serie. El bloque 465 de serie a paralelo convierte la señal de banda base del dominio del tiempo a señales de dominio del tiempo paralelas. El bloque 470 de FTT de tamaño N a continuación realiza un algoritmo de FFT para producir N señales del dominio de la frecuencia paralelas. El bloque 475 de paralelo a serie convierte las señales del dominio de la frecuencia paralelas a una secuencia de símbolos de datos modulados. El bloque 480 de demodulación y decodificación demodula y a continuación decodifica los símbolos modulados para recuperar el flujo de datos de entrada original.

Cada uno de los gNB 101-103 puede implementar una ruta de transmisión que es análoga para transmitir en el enlace descendente al equipo 111-116 de usuario y puede implementar una ruta de recepción que es análoga a recibir en el enlace ascendente desde el equipo 111-116 de usuario. De manera similar, cada uno del equipo 111-116 de usuario puede implementar una ruta de transmisión que corresponde a la arquitectura para transmitir en el enlace ascendente a los gNB 101-103 y puede implementar una ruta de recepción que corresponde a la arquitectura para recibir en el enlace descendente desde los gNB 101-103.

Las transmisiones de DL o las transmisiones de UL pueden estar basadas en una forma de onda de OFDM que incluye una variante que usa precodificación de DFT que es conocida como DFT-ensanchamiento-OFDM que es típicamente aplicable a transmisiones de UL.

Una unidad de tiempo de referencia para señalización de DL o para señalización de UL en una célula se denomina como un intervalo y puede incluir uno o más símbolos de intervalo. Una unidad de ancho de banda (BW) se denomina como un bloque de recurso (RB). Un RB incluye un número de subportadoras (SC). Por ejemplo, un intervalo puede tener una duración de medio milisegundo o de un milisegundo, incluye 7 símbolos o 14 símbolos, respectivamente, y un RB puede tener un BW de 180 KHz e incluye 12 SC con espaciado inter-SC de 15 KHz o un BW de 720 KHz e incluye 12 SC con espaciado inter-SC de 60 KHz. Una capacidad de recepción de BW o una capacidad de transmisión de BW para un UE puede ser menor que un BW de sistema de DL o un BW de sistema de UL, respectivamente, y a diferentes UE pueden configurarse recepciones de DL o transmisiones de UL en diferentes partes de un BW de sistema de UL o un BW de sistema de UL, respectivamente, por intervalo. Un intervalo puede ser un intervalo de DL completo, o un intervalo de UL completo, o un intervalo híbrido que incluye tanto símbolos para transmisiones de DL como símbolos para transmisiones de UL, similar a una subtrama especial en sistemas de dúplex por división en el tiempo (TDD). Cuando se usa una forma de onda de OFDM para transmisión, los elementos de recurso (RE) son equivalentes a SC. Cuando se usa una forma de onda de DFT-S-OFDM para transmisión, los RE son equivalentes a SC virtuales. Los dos términos se usan de manera intercambiable en esta divulgación.

Las señales de DL incluyen señales de datos que transportan contenido de información, señales de control que transportan información de control de DL (DCI), y señales de referencia (RS) que también son conocidas como señales piloto. Un gNB transmite información de datos o DCI a través de respectivos canales físicos compartidos de DL (PDSCH) o canales físicos de control de DL (PDCCH). Un gNB transmite uno o más de múltiples tipos de RS que incluyen RS de información de estado de canal (CSI-RS) y RS de demodulación (DMRS). Una CSI-RS se pretende para que los UE realicen mediciones y proporcionen información de estado de canal (CSI) a un gNB. Una DMRS se transmite típicamente únicamente en un BW de un respectivo PDCCH o PDSCH y un UE puede usar la DMRS para demodular información de DCI o de datos. Una DMRS de o CSI-RS de DL puede construirse mediante una secuencia de Zadoff-Chu (ZC) o una secuencia de pseudo-ruido (PN).

Para medición de canal, se usan recursos de CSI-RS de potencia distinta de cero (NZP CSI-RS). Para informes de medición de interferencia (IMR), se usan recursos de medición de interferencia de CSI (CSI-IM) asociados con una configuración de CSI-RS de potencia cero (ZP CSI-RS). Un procedimiento de CSI que incluye recursos NZP CSI-RS y CSI-IM. Un UE puede determinar parámetros de transmisión de CSI-RS a través de señalización de capa superior, tal como señalización de control de recursos de radio (RRC) desde un gNB. Las instancias y recursos de transmisión de una CSI-RS pueden indicarse mediante señalización de control de DL o configurarse mediante señalización de capa superior. Una DMRS se transmite únicamente en el BW de un respectivo PDCCH o PDSCH y un UE puede usar la DMRS para demodular datos o información de control.

La Figura 5 ilustra una estructura 500 de intervalo de DL de ejemplo para transmisión o transmisión de PDCCH de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación. Una realización de la estructura 500 de intervalo de DL para transmisión o transmisión de PDCCH mostrada en la Figura 5 es para ilustración únicamente. Pueden usarse otras realizaciones sin alejarse del alcance de la presente divulgación.

Un intervalo 510 incluye $N_{\text{simb}}^{\text{DL}}$ símbolos 520 donde un gNB transmite información de datos, DCI o DMRS. Un BW de sistema de DL incluye $N_{\text{RB}}^{\text{DL}}$ RB. Cada RB incluye $N_{\text{sc}}^{\text{RB}}$ SC. Por ejemplo, $N_{\text{sc}}^{\text{RB}} = 12$. Un UE tiene asignados $M_{\text{sc}}^{\text{PDSCH}} = M_{\text{PDSCH}} \cdot N_{\text{sc}}^{\text{RB}}$ SC 530 para un BW de transmisión de PDSCH. Un primer

símbolo 540 de intervalo puede usarse mediante el gNB para transmitir DCI y DMRS. Un segundo símbolo 550 de intervalo puede usarse mediante el gNB para transmitir DCI, DMRS, o información de datos. Los símbolos 560 de intervalo restantes pueden usarse mediante el gNB para transmitir información de datos, DMRS, y posiblemente CSI-RS. En algunos intervalos, el gNB puede transmitir señales de sincronización e información de sistema.

- 5 Las señales de UL también incluyen señales de datos que transportan contenido de información, señales de control que transportan información de control de UL (UCI), DMRS asociada con datos o demodulación de UCI, RS de sondeo (SRS) que posibilita que un gNB realice medición de canal de UL, y un preámbulo de acceso aleatorio (RA) que posibilita que un UE realice acceso aleatorio. Un UE transmite información de datos o UCI a través de un respectivo canal físico compartido de UL (PUSCH) o un canal físico de control de UL (PUCCH). Cuando un UE transmite simultáneamente información de datos y UCI, el UE puede multiplexar ambos en un PUSCH. La UCI incluye información de acuse de recibo de petición automática de repetición híbrida (HARQ-ACK), que indica la detección correcta o incorrecta de bloques de transporte de datos (TB) en un PDSCH, solicitud de planificación (SR) que indica si un UE tiene datos en la memoria intermedia del UE, e informes de CSI que posibilitan que un gNB seleccione parámetros apropiados para transmisiones de PDSCH o PDCCH a un UE.
- 10 Una información de CSI desde un UE puede incluir un indicador de calidad de canal (CQI) que informa a un gNB de un esquema de modulación y codificación (MCS) más grande para que el UE detecte un TB de datos con una tasa de errores de bloque (BLER) predeterminada, tal como una BLER del 10 %, de un indicador de matriz de precodificación (PMI) que informa a un gNB cómo combinar señales desde múltiples antenas transmisoras de acuerdo con un principio de transmisión de MIMO, y de un indicador de clasificación (RI) que indica una clasificación de transmisión para un PDSCH. RI y CSI pueden codificarse también conjuntamente con CSI y la CSI puede incluir dos partes donde CSI parte 1 puede incluir RI, CRI, y alguna parte predeterminada de CSI mientras que la CSI parte 2 puede incluir la CSI restante. La RS de UL incluye DMRS y SRS. DMRS se transmite únicamente en un BW de una respectiva transmisión de PUSCH o PUCCH. Una DMRS o una SRS puede representarse mediante una secuencia ZC o una secuencia generada por ordenador (CG) con propiedades predefinidas. Un desplazamiento cíclico (CS) asociado con una secuencia ZC o una secuencia GC puede saltar en el tiempo. Por ejemplo, un gNB puede indicar explícita o implícitamente a un UE una CS para una secuencia de GC que es aplicable para una primera transmisión de DMRS en un PUSCH o un PUCCH y el UE puede determinar una CS para posteriores transmisiones de DMRS en el PUSCH o el PUCCH basándose en un patrón de salto de CS predefinido. Un gNB puede usar una DMRS para demodular información en un respectivo PUSCH o PUCCH. La SRS se transmite mediante un UE para proporcionar a un gNB con una CSI de UL y, para un sistema de TDD, una transmisión de SRS puede proporcionar también una PMI para transmisión de DL. Adicionalmente, para establecer la sincronización o una conexión de RRC inicial con un gNB, un UE puede transmitir un canal físico de acceso aleatorio.
- 15 20 25 30

La Figura 6 ilustra una estructura 600 de intervalo de UL de ejemplo para transmisión de PUSCH o transmisión de PUCCH de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación. Una realización de la estructura 600 de intervalo de UL para transmisión de PUSCH o transmisión de PUCCH mostrada en la Figura 6 es para ilustración únicamente. Pueden usarse otras realizaciones sin alejarse del alcance de la presente divulgación.

35

Un intervalo 610 incluye $N_{\text{símb}}^{\text{UL}}$ símbolos 620 donde un UE transmite información de datos, UCI, o RS que incluye al menos un símbolo donde el UE transmite la DMRS 630. Un BW de sistema de UL incluye $N_{\text{RB}}^{\text{UL}}$ RB. Cada RB incluye $N_{\text{sc}}^{\text{RB}}$ SC. Un UE tiene asignado $M_{\text{PUSCH}}^{\text{RB}}$ RB para un total de $M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH}} = M_{\text{PUSCH}}^{\text{RB}} \cdot N_{\text{sc}}^{\text{RB}}$ SC 640 para un BW de transmisión de PUSCH ("X" = "S") o para un BW de transmisión de PUCCH ("X" = "C"). Puede usarse uno o más últimos símbolos de intervalo para multiplexar transmisiones 650 de SRS (o transmisiones de PUCCH) desde uno o más UE. Un número de símbolos de intervalo de UL disponibles para transmisión de datos/UCI/DMRS es

$$N_{\text{símb}}^{\text{PUSCH}} = 2 \cdot (N_{\text{símb}}^{\text{UL}} - 1) - N_{\text{SRS}}, \quad N_{\text{SRS}} > 0$$

cuando se usan N_{SRS} últimos símbolos de transmisiones de SRS (o transmisiones de PUCCH) desde los UE que solapan al menos parcialmente en BW con un BW de transmisión de PUSCH, de otra manera, $N_{\text{SRS}} = 0$. Por lo tanto, un número de total SC para una transmisión de PUSCH es $M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH}} \cdot N_{\text{símb}}^{\text{PUSCH}}$. La transmisión de PUCCH y la transmisión de PUSCH pueden tener lugar también en un mismo intervalo; por ejemplo, un UE puede transmitir el PUSCH en símbolos de intervalo anteriores y el PUCCH en símbolos de intervalo posteriores.

40 45

Un intervalo híbrido incluye una región de transmisión de DL, una región de periodo de guarda, y una región de transmisión de UL, similar a una subtrama especial en LTE. Por ejemplo, una región de transmisión de DL puede contener transmisiones de PDCCH y PDSCH y una región de transmisión de UL puede contener transmisiones de PUCCH. Por ejemplo, una región de transmisión de DL puede contener transmisiones de PDCCH y una región de transmisión de UL puede contener transmisiones de PUSCH y PUCCH.

50

Una transmisión de PDCCH puede ser a través de un número de elementos de canal de control (CCE). Un UE típicamente realiza múltiples operaciones de decodificación de PDCCH para detectar formatos de DCI en un TTI. El

55

UE determina ubicaciones de CCE para una recepción de PDCCH (candidato de PDCCH) de acuerdo con una función de espacio de búsqueda para un correspondiente nivel de agregación de CCE. Un formato de DCI incluye bits de comprobación de redundancia cíclica (CRC) para que el UE confirme una detección correcta del formato de DCI. Un tipo de formato de DCI se identifica mediante un identificador temporal de red de radio (RNTI) que aleatoriza la CRC.

A continuación, un formato de DCI que planifica una transmisión de PDSCH a un UE se denomina como formato de DCI de DL o asignación de DL mientras que un formato de DCI que planifica una transmisión de PUSCH desde un UE se denomina como formato de DCI de UL o concesión de UL. Un formato de DCI de DL o un formato de DCI de UL incluye un campo de nuevo indicador de datos (NDI) que indica si una transmisión de bloque de transporte (TB) de datos planificada mediante la DCI de DL o la DCI de UL en un PDSCH o un PUSCH, respectivamente, es un nuevo TB de datos o un TB de datos previamente transmitido para un procedimiento de HARQ asociado.

La Figura 7 ilustra una estructura 700 de transmisor de ejemplo que usa OFDM de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación. Una realización de la estructura 700 del transmisor mostrada en la Figura 7 es para ilustración únicamente. Pueden usarse otras realizaciones sin alejarse del alcance de la presente divulgación.

Se codifican bits de información, tales como bits de DCI o bits 710 de datos, mediante el codificador 720, se adaptan en tasa a recursos de tiempo/frecuencia asignados mediante el adaptador 730 de tasa, y se modulan mediante el modulador 740. Posteriormente, los símbolos codificados modulados y la DMRS o SRS 750 se mapean a SC 760 mediante la unidad 765 de mapeo de SC, se realiza una transformada de Fourier rápida inversa (IFFT) mediante el filtro 770, se añade un prefijo cíclico (CP) mediante la unidad 780 de inserción de CP, y una señal resultante se filtra mediante el filtro 790 y se transmite mediante una unidad 795 de radiofrecuencia (RF).

La Figura 8 ilustra una estructura 800 de receptor de ejemplo que usa OFDM de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación. Una realización de la estructura 800 del receptor mostrada en la Figura 8 es para ilustración únicamente. Pueden usarse otras realizaciones sin alejarse del alcance de la presente divulgación.

Una señal 810 recibida se filtra mediante el filtro 820, una unidad de retirada de CP elimina un CP 830, un filtro 840 aplica una transformada rápida de Fourier (FFT), la unidad 850 de desmapeo de SC desmapea las SC seleccionadas mediante la unidad 855 de selector de BW, se demodulan los símbolos recibidos mediante una unidad 860 de estimador de canal y un demodulador, un des-adaptador 870 de tasa restaura una adaptación de tasa, y un decodificador 880 decodifica los bits resultantes para proporcionar bits 890 de información.

Cuando un UE transmite bits de HARQ-ACK, bits de RI, o bits de indicador de recurso de CSI-RS (CRI) en un PUSCH que transporta un TB de datos, el UE determina un número de símbolos de modulación codificados por capa Q' para HARQ-ACK como en la ecuación 1. Se aplica una determinación similar cuando un PUSCH transporta más de un TB de datos, tal como dos TB de datos.

$$Q' = \min \left(\left\lceil \frac{O \cdot M_{sc}^{\text{PUSCH-inicial}} \cdot N_{\text{símb}}^{\text{PUSCH-inicial}} \cdot \beta_{\text{desplazamiento}}^{\text{PUSCH}}}{\sum_{r=0}^{C-1} K_r} \right\rceil, 4 \cdot M_{sc}^{\text{PUSCH}} \right) \quad (\text{Ecuación 1})$$

donde O es el número de bits de HARQ-ACK, bits de RI, o bits de CRI, M_{sc}^{PUSCH} es un BW de transmisión de PUSCH planificado, en número de SC, en un intervalo actual para el TB de datos, y $N_{\text{símb}}^{\text{PUSCH-inicial}}$ es un número de símbolos de intervalo para la transmisión de PUSCH inicial para el mismo TB de datos $\beta_{\text{desplazamiento}}^{\text{PUSCH}} = \beta_{\text{desplazamiento}}^{\text{HARQ-ACK}}$ para transmisión de HARQ-ACK o $\beta_{\text{desplazamiento}}^{\text{PUSCH}} = \beta_{\text{desplazamiento}}^{\text{RI}}$ es un parámetro configurado para el UE mediante un gNB a través de señalización de capa superior, $M_{sc}^{\text{PUSCH-inicial}}$, C , y K_r se obtienen desde el formato de DCI transportado en el canal de control de DL inicial para el mismo TB de datos. Si no hay canal de control de DL inicial

para el mismo TB de datos, $M_{sc}^{\text{PUSCH-inicial}}$, C , y K_r se determinan desde la asignación de planificación semi-persistente (SPS) más reciente cuando el PUSCH inicial para el mismo TB de datos es SPS o desde la concesión de respuesta de acceso aleatorio para el mismo TB de datos cuando se inicia el PUSCH mediante la concesión de respuesta de acceso aleatorio. Además, C es un número de bloques de código (CB) en el TB de datos y K_r es un tamaño de CB r , $\lceil \cdot \rceil$ es la función de techo que redondea un número al siguiente número entero más alto, y $\min(x, y)$ es la función mínima resultante del menor de x o y .

Cuando un UE transmite CQI o PMI en un PUSCH (indicado como CQI/PMI y denominado conjuntamente como CSI por brevedad), el UE determina un número de símbolos de modulación codificados por capa Q' como en la ecuación 2. Para operación de múltiples haces con formación de haces analógica o híbrida, una información de CSI puede incluir, además de CQI y PMI, información de estado de haz (BSI) o información relacionada con el haz (BRI).

$$Q' = \min \left(\left\lceil \frac{(O+L) \cdot M_{sc}^{PUSCH-inicial(x)} \cdot N_{simb}^{PUSCH-inicial(x)} \cdot \beta_{desplazamiento}^{PUSCH}}{\sum_{r=0}^{C^{(x)}-1} K_r^{(x)}} \right\rceil, M_{sc}^{PUSCH} \cdot N_{simb}^{PUSCH} \cdot \frac{Q_{RI}^{(x)}}{Q_m^{(x)}} \right)$$

(Ecuación 2)

donde O es el número de bits de CQI/PMI, y L es el número de bits de comprobación de redundancia cíclica (CRC)

dados por $L = \begin{cases} 0 & O \leq 11 \\ 8 & \text{de lo contrario,} \end{cases}$ y $\beta_{desplazamiento}^{PUSCH} = \beta_{desplazamiento}^{CQI}$ es un parámetro mediante el UE mediante un gNB a

través de señalización de capa superior $Q_{CQI} = Q_m^{(x)} \cdot Q'$ y $\beta_{desplazamiento}^{PUSCH} = \beta_{desplazamiento}^{CQI}$, donde $\beta_{desplazamiento}^{CQI}$ puede determinarse de acuerdo con la especificación de LTE dependiendo del número de palabras de código de transmisión para el correspondiente PUSCH, y del conjunto de control de UL de potencia establecido para el correspondiente PUSCH cuando se configuran dos conjuntos de control de UL de potencia mediante capas superiores para la célula.

Si no se transmite RI, entonces $Q_{RI}^{(x)} = 0$. La notación restante es similar a la descrita para HARQ-ACK y no se describe por brevedad. La variable "x" en $K_r^{(x)}$ representa un índice de TB que corresponde a un valor de MCS más alto indicado mediante un formato de DCI de UL inicial.

Se realiza la multiplexación de control y datos de manera que está presente información de HARQ-ACK en ambos intervalos y se mapea a recursos alrededor de la DMRS. Las entradas a la multiplexación de datos y de control son los bits codificados de la información de control indicados por $q_0, q_1, q_2, q_3, \dots, q_{N_L \cdot Q_{CQI}-1}$ y los bits codificados de UL-SCH indicados por $f_0, f_1, f_2, f_3, \dots, f_{G-1}$. La salida de la operación de multiplexación de datos y de control se indica mediante $g_0, g_1, g_2, g_3, \dots, g_{H'-1}$, donde $H = (G + N_L \cdot Q_{CQI})$ y $H' = H / (N_L \cdot Q_m)$, y donde g_i , $i = 0, \dots, H'-1$ son vectores de columna de longitud $(Q_m \cdot N_L)$. H es el número total de bits codificados asignados para datos e información de CQI/PMI a través de las N_L capas de transmisión de los datos TB. La multiplexación de control y datos en caso de que se transmita más de un TB de datos en un PUSCH se describe en la especificación de LTE y se omite descripción adicional en esta divulgación por brevedad.

Para multiplexación de UCI en un PUSCH como se describe en la especificación de LTE, el símbolo de modulación codificado de HARQ-ACK perfora símbolos de modulación codificados de datos. Esto puede ser problemático en caso de cargas útiles de información de HARQ-ACK relativamente grandes. También, cuando un gNB no detecta correctamente un valor de RI, el gNB no tiene un entendimiento correcto de una carga útil de CSI asociada que se transmite desde un UE. A medida que una tasa de UE adapta una transmisión de símbolos de modulación codificados de datos basándose en símbolos de modulación codificados de CSI, un entendimiento incorrecto en un gNB de recepción de un número de símbolos de modulación codificados de CSI (debido a un entendimiento incorrecto de carga útil de información de CSI) puede conducir a corrupción de memoria intermedia flexible de HARQ para los TB de datos.

Una transmisión de PUSCH puede transportar únicamente A-CSI, y puede incluir también HARQ-ACK o RI, sin incluir ningún dato. Cuando un UE detecta un formato de DCI de UL con una solicitud de CSI que activa un informe de A-CSI en una transmisión de PUSCH, el UE puede determinar no incluir datos en la transmisión de PUSCH cuando el UE informa CSI para una célula de servicio y el PUSCH se planifica en 4 o menos RB y un índice de MCS en el formato de DCI de UL es un último índice de MCS. Puede aplicarse también otra condición dependiendo de un respectivo escenario de operación como se describe en la especificación de LTE. Un campo de solicitud de CSI en un formato de DCI de UL incluye un número predefinido de bits, tales como 1 bit o 2 bits. Por ejemplo, un mapeo de los 2 bits puede ser como en la TABLA 1.

TABLA 1. Mapeo de campo de solicitud de CSI a informes de CSI que proporciona un UE en un PUSCH

Valor de campo de solicitud de CSI	Descripción
"00"	No se activa informe de CSI aperiódica
"01"	Se activa informe de CSI aperiódica para célula de servicio c

(continuación)

Valor de campo de solicitud de CSI	Descripción
Valor de campo de solicitud de CSI	Descripción
"10"	Se activa informe de CSI aperiódica para 1 ^{er} conjunto de células de servicio configuradas mediante capas superiores
"11"	Se activa informe de CSI aperiódica para un 2 ^o conjunto de células de servicio configuradas mediante capas superiores

Quando un UE multiplexa únicamente UCI (sin datos) en una transmisión de PUSCH y el UE también transmite bits de HARQ-ACK o bits de RI, el UE determina un número de símbolos codificados Q' para HARQ-ACK o RI como en la ecuación 3

$$Q' = \min \left(\left\lceil \frac{O \cdot M_{sc}^{PUSCH} \cdot N_{symb}^{PUSCH} \cdot \beta_{desplazamiento}^{PUSCH}}{O_{CQI-MIN}} \right\rceil, 4 \cdot M_{sc}^{PUSCH} \right) \quad (\text{Ecuación 3})$$

3)

5

donde O es un número de bits de HARQ-ACK o bits de RI/CRI y $O_{CQI-MIN}$ es un número de bits de CQI que incluyen bits de CRC que asumen clasificaciones iguales a 1 para células de servicio para las que se activa una A-CSI. Para

HARQ-ACK $Q_{ACK} = Q_m \cdot Q_m \cdot Q'$ y $\beta_{desplazamiento}^{PUSCH} = \beta_{desplazamiento}^{HARQ-ACK} / \beta_{desplazamiento}^{CQI}$. Para RI/CRI, $Q_{RI} = Q_m \cdot Q'$, $Q_{CRI} = Q_m \cdot Q'$ y $\beta_{desplazamiento}^{PUSCH} = \beta_{desplazamiento}^{RI} / \beta_{desplazamiento}^{CQI}$. Para CSI, $Q_{CQI} = N_{symb}^{PUSCH} \cdot M_{sc}^{PUSCH} \cdot Q_m - Q_{RI}$. Un problema con la determinación de

10 un número de símbolos de modulación codificados de HARQ-ACK o RI/CRI en la ecuación 3 es que el número no está basado en un MCS de CSI real, sino que en su lugar está basado en un MCS de CSI más pequeño resultante del uso de la carga útil de CSI más pequeña posible ($O_{CQI-MIN}$ bits). Como consecuencia, un número de símbolos de modulación codificados de HARQ-ACK o RI en la ecuación 3 puede estar significativamente sobre-dimensionado, por ejemplo en más del 100 %.

15 La Figura 9 ilustra un diagrama 900 de bloques de transmisor de ejemplo para información de datos y UCI en un PUSCH de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación. Una realización del diagrama 900 de bloques del transmisor mostrada en la Figura 9 es para ilustración únicamente. Pueden usarse otras realizaciones sin alejarse del alcance de la presente divulgación.

20 Haciendo referencia a la Figura 9, los símbolos 905 de CSI codificados, cuando los hubiera, y los símbolos de datos 910 codificados, cuando los hubiera, se multiplexan mediante el multiplexor 920. Los símbolos de HARQ-ACK codificados, cuando los hubiera, se insertan a continuación mediante el multiplexor 930 perforando símbolos de datos y/o símbolos de CSI. Una transmisión de símbolos de RI codificados, si los hubiera, es similar a una para símbolos de HARQ-ACK codificados (no mostrada). Cuando se usa una forma de onda DFT-S-OFDM para transmisión, se aplica una transformada de Fourier discreta (DFT) mediante la unidad 940 de DFT (no se aplica DFT en caso de una forma de onda de OFDM), se seleccionan los RE 950 que corresponden a una transmisión de BW de PUSCH mediante el selector 955, se realiza una IFFT mediante la unidad 960 de IFFT, se filtra una salida mediante el filtro 970 y se aplica una cierta potencia mediante el Amplificador de Potencia (PA) 980 y se transmite 990 a continuación una señal. Debido al mapeo de DFT, los RE pueden verse como RE virtuales, pero se denominan como RE por simplicidad. Si no se transmite alguno de los datos, CSI, HARQ-ACK, o RI, se omite un bloque en la Figura 9 que corresponde a una respectiva función de procesamiento de transmisor. Por brevedad, se omiten por brevedad circuitería de transmisor adicional tal como un convertidor de digital a analógico, filtros, amplificadores, y antenas transmisoras así como codificadores y moduladores para símbolos de datos y símbolos de UCI.

35 La Figura 10 ilustra un diagrama 1000 de bloques de receptor de ejemplo para información de datos y UCI en un PUSCH de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación. Una realización del diagrama 1000 de bloques del receptor mostrada en la Figura 10 es para ilustración únicamente. Pueden usarse otras realizaciones sin alejarse del alcance de la presente divulgación.

40 Haciendo referencia a la Figura 10, se filtra una señal 1010 recibida mediante el filtro 1020, se aplica una FFT mediante la unidad 1030 de FFT, una unidad 1040 selectora selecciona los RE 1050 usados por un transmisor, una unidad de DFT inversa (IDFT) aplica una IDFT 1060 cuando se usa una forma de onda de DFT-S-OFDM para

transmisión, un demultiplexor 1070 extrae símbolos de HARQ-ACK codificados, si los hubiera, y coloca ceros en correspondientes RE para símbolos de datos y símbolos de CSI y finalmente otro demultiplexor 1080 separa símbolos de datos 1090 codificados, si los hubiera, y símbolos 1095 de CSI codificados, si los hubiera. Una recepción de símbolos de RI codificados, si los hubiera, es similar a una para símbolos de HARQ-ACK codificados (no mostrados). Si no se transmite alguno de los datos, CSI, HARQ-ACK, o RI, se omite un bloque en la Figura 10 que corresponde a una respectiva función de procesamiento de receptor. No se muestra por brevedad circuitería de receptor adicional tal como un estimador de canal, demoduladores y decodificadores para datos y símbolos de UCI.

La determinación de un número de símbolos de modulación codificados para un tipo de UCI por capa Q', como en la ecuación 1 o en la ecuación 2, está basada en las retransmisiones no adaptativas y en parámetros de uso asociados con una transmisión de PUSCH inicial para el mismo TB de datos. Tal determinación es desventajosa cuando se multiplexa la UCI en una retransmisión adaptativa de un TB de datos que es en respuesta a un formato de DCI de UL o en una retransmisión adaptativa de algunos bloques de código (CB) de un TB, por ejemplo cuando un UE proporciona realimentación de HARQ-ACK por número de CB en un TB en lugar de la totalidad del TB.

Una determinación de un número de símbolos de modulación codificados para un tipo de UCI por capa Q', como en

la ecuación 1 o la ecuación 2, también está basada en un único respectivo $\beta_{\text{desplazamiento}}^{\text{PUSCH}}$ que configura un gNB a un UE mediante señalización de capa superior. Esto es restrictivo ya que no permite que un gNB tenga como objetivo diferentes BLER para transmisiones de datos que corresponden a diferentes servicios. Además, es demasiado restrictivo y en general no es posible que un planificador de gNB mantenga una misma potencia de transmisión de PUSCH para una transmisión de TB de datos inicial y para una retransmisión de HARQ del TB de datos. Cuando una potencia de transmisión de PUSCH no es la misma para una transmisión inicial y para una retransmisión de HARQ de un TB de datos, una determinación de símbolos de UCI codificados en un PUSCH que transporta una retransmisión de un TB de datos, como en la ecuación 1 o la ecuación 2, puede ser altamente imprecisa cuando una respectiva potencia de transmisión es diferente que para la transmisión inicial de los TB de datos y cualquiera conduce a sobrecarga de UCI innecesaria o a una peor BLER de UCI.

En una operación de sistema como se describe en la especificación de LTE, y para un intervalo que incluye catorce símbolos, la DMRS asociada con una transmisión de un canal de datos de UL se coloca en el cuarto y undécimo símbolos de intervalo de inicio, la información de HARQ-ACK se distribuye igualmente en el tercero, quinto, décimo y duodécimo símbolos de intervalo empezando desde una SC con un índice más bajo, la información de RI/CRI se distribuye igualmente en el segundo, sexto, noveno y decimotercer símbolos de intervalo empezando desde una SC con un índice más bajo mientras que la CSI se distribuye a través de todos los símbolos en un intervalo empezando desde una SC con un índice más alto. Una razón para colocar información de HARQ-ACK cerca de los símbolos de intervalo usados para transmisión de DMRS es para proporcionar robustez contra el desplazamiento Doppler para una fiabilidad de recepción de información de HARQ-ACK que se prioriza en importancia a través de otros tipos de UCI.

Para mejorar una latencia de decodificación, puede considerarse también una estructura de intervalo diferente cuando tiene lugar una transmisión de DMRS en un primer símbolo de UL de un intervalo para posibilitar que un receptor obtenga una estimación de canal tan pronto como sea posible y a continuación continúe con la decodificación de bloques de código que se supone que se mapean en primer lugar en un dominio de frecuencia. Pueden usarse símbolos de intervalo adicionales para transmisión de DMRS, cuando sea necesario, por ejemplo para proporcionar robustez contra el desplazamiento Doppler o para mejorar una precisión de una estimación de canal. Una estructura de intervalo puede tener también un número de símbolos variable disponible para transmisión de información de datos, UCI, o DMRS. Por ejemplo, un intervalo híbrido puede incluir siete símbolos donde puede usarse un primer símbolo para transmisión de información de control de DL, un segundo símbolo puede ser un símbolo de hueco, unos siguientes cuatro símbolos pueden usarse para transmisiones de DMRS, datos, o UCI desde los UE y un séptimo símbolo puede usarse para otras transmisiones tales como para SRS u otra UCI. Un mapeo de tipos de UCI a símbolos de intervalo como se describe en la especificación de LTE no puede aplicarse cuando se usa un primer símbolo de intervalo para transmisión de DMRS, o cuando se usa un número variable de símbolos de intervalo para transmisión de DMRS, o cuando un intervalo puede incluir un número de símbolos variable disponible para transmisión de DMRS, datos, y UCI.

Por lo tanto, existe una necesidad de mejorar una determinación para un número de símbolos codificados por capa para transmisión de un tipo de UCI en un PUSCH que transporta una transmisión inicial de un TB de datos o una retransmisión adaptativa del TB de datos.

En algunas realizaciones, hay otra necesidad de mejorar una determinación para un número de símbolos codificados por capa para transmisión de un tipo de UCI en un PUSCH que transporta una retransmisión adaptativa de CB de datos donde la retransmisión adaptativa incluye diferentes CB de datos que la transmisión inicial de los CB de datos.

En algunas realizaciones, hay otra necesidad de mejorar una determinación para un número de símbolos codificados por capa para transmisión de un tipo de UCI en un PUSCH cuando el PUSCH transporta únicamente UCI.

En algunas realizaciones, existe una necesidad de determinar una multiplexación de símbolos codificados para

diversos tipos de UCI en un PUSCH que minimiza un impacto en la fiabilidad de recepción de datos y mejora la fiabilidad de recepción de UCI.

A continuación, por brevedad, se supone que ha de transmitirse la información de datos usando un TB de datos que puede incluir uno o más CB de datos. La descripción de las realizaciones asociadas puede ampliarse directamente en caso de que se soporte más de un TB de datos. Además, un formato de DCI que planifica una transmisión de PUSCH se denomina como un formato de DCI de UL mientras que un formato de DCI que planifica una transmisión de PDSCH se denomina como formato de DCI de DL.

En algunas realizaciones, el desacoplamiento de BLER de la información de datos de BLER de UCI se multiplexa con información de datos en una transmisión de PUSCH.

- 10 En un ejemplo, un UE tiene configurado diferentes valores de $\beta_{\text{desplazamiento}}^{\text{PUSCH}}$ para su uso en la determinación de un número de símbolos de modulación codificados para multiplexar un tipo de UCI en un PUSCH para cuando el PUSCH transporta una transmisión inicial de un TB de datos y cuando el PUSCH transporta una retransmisión de un TB de datos. Por ejemplo, un UE puede tener configurado un primer valor de $\beta_{\text{desplazamiento}, 0}^{\text{PUSCH}}$ para multiplexar un respectivo tipo de UCI en un PUSCH cuando el PUSCH transporta una transmisión de TB de datos inicial y tiene
- 15 configurado un segundo valor de $\beta_{\text{desplazamiento}, 1}^{\text{PUSCH}}$ para multiplexar un respectivo tipo de UCI en un PUSCH cuando el PUSCH transporta una retransmisión de HARQ de un TB de datos. El segundo valor $\beta_{\text{desplazamiento}, 1}^{\text{PUSCH}}$ puede ser el mismo para todas las retransmisiones de HARQ incluso cuando se usa redundancia incremental con una versión de redundancia diferente para cada retransmisión de HARQ. Como alternativa, un valor de $\beta_{\text{desplazamiento}}^{\text{PUSCH}}$ para un tipo de UCI asociado puede configurarse de manera separada para cada uno del número máximo de retransmisiones de HARQ para un TB de datos.
- 20

- Una configuración de diferentes valores de $\beta_{\text{desplazamiento}}^{\text{PUSCH}}$ para determinar un número de símbolos de modulación codificados para un respectivo tipo de UCI cuando un PUSCH transporta una transmisión inicial de un TB de datos y cuando un PUSCH transporta una retransmisión de un TB de datos es beneficiosa para posibilitar que un planificador tenga como objetivo diferentes BLER para la transmisión de TB inicial y para la retransmisión al mismo
- 25 tiempo que se consigue un tipo de BLER de UCI que es independiente de si la multiplexación tiene lugar en un PUSCH que transporta una transmisión de TB de datos inicial o una retransmisión de TB de datos.

Al igual, para una relación de señal a interferencia y ruido (SINR) dada, una BLER para un tipo de UCI para transmisión en un PUSCH está vinculada a una BLER de un TB de datos, por ejemplo como en la ecuación 1 o la

- ecuación 2, y $\beta_{\text{desplazamiento}}^{\text{PUSCH}}$ es el parámetro que ajusta este vínculo para establecer la BLER independiente para el
- 30 tipo de UCI y para el TB de datos, una configuración separada de $\beta_{\text{desplazamiento}}^{\text{PUSCH}}$ valores cuando un tipo de transmisión de UCI está en un PUSCH que transporta una transmisión de TB de datos inicial y cuando el tipo de transmisión de UCI está en un PUSCH que transporta una retransmisión de HARQ para el TB de datos permite que un planificador tenga como objetivo diferentes BLER para una transmisión de TB de datos inicial y para una retransmisión de TB de datos HARQ.

- 35 Por ejemplo, como una BLER objetivo para una retransmisión de HARQ de un TB de datos puede ser mayor que una BLER para una transmisión inicial del TB de datos, dado que un receptor puede combinar símbolos de datos en una retransmisión de un TB de datos con símbolos de datos en una transmisión inicial del TB de datos para conseguir una BLER inferior que la BLER de la retransmisión de HARQ por sí mismo, un UE puede tener

- 40 configurado un valor de $\beta_{\text{desplazamiento}}^{\text{PUSCH}}$ mayor para determinar un número de símbolos de modulación codificados para un tipo de UCI cuando una multiplexación es en un PUSCH que transporta una retransmisión de HARQ para un TB de datos que cuando la multiplexación es en un PUSCH que transporta una transmisión inicial para un TB de datos. Para una flexibilidad máxima al seleccionar BLER objetivos para el o los TB de datos para la transmisión inicial y

para cada uno de un número máximo de retransmisiones de HARQ, una configuración de un valor de $\beta_{\text{desplazamiento}}^{\text{PUSCH}}$ para cada tipo de UCI puede separarse para cada correspondiente transmisión. Además, cuando es deseable

- 45 reducir la sobrecarga de señalización de capa superior, puede aplicarse una configuración de valor de $\beta_{\text{desplazamiento}}^{\text{PUSCH}}$ único para todas las retransmisiones de HARQ ya que la diferencia de BLER objetivo más grande se encuentra típicamente entre una transmisión inicial y una primera retransmisión de HARQ de un TB de datos y las retransmisiones de HARQ típicamente tienen una BLER objetivo similar para un TB de datos.

La Figura 11 ilustra un procedimiento 1100 de ejemplo para que un UE determine un valor de $\beta_{\text{desplazamiento}}^{\text{PUSCH}}$ a aplicar para determinar un número de símbolos de modulación codificados en un PUSCH dependiendo de si el PUSCH transporta o no una transmisión inicial de una retransmisión de un TB de datos de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación. Una realización del procedimiento 1100 mostrado en la Figura 11 es para ilustración únicamente. Pueden usarse otras realizaciones sin alejarse del alcance de la presente divulgación.

Un UE tiene configurado mediante un gNB un conjunto de valores de $\beta_{\text{desplazamiento}}^{\text{PUSCH}}$ para un tipo de UCI para que el UE aplique para determinar un número de símbolos de modulación codificados para el tipo de UCI en una transmisión 1110 de PUSCH. Cada valor de $\beta_{\text{desplazamiento}}^{\text{PUSCH}}$ en el conjunto de valores de $\beta_{\text{desplazamiento}}^{\text{PUSCH}}$ está asociado con una transmisión inicial o una retransmisión de un TB de datos y puede aplicarse un mismo valor de $\beta_{\text{desplazamiento}}^{\text{PUSCH}}$ o

diferentes valores de $\beta_{\text{desplazamiento}}^{\text{PUSCH}}$ a diferentes retransmisiones. El UE detecta un formato de DCI de UL que planifica una transmisión de PUSCH para un TB de datos asociado con un procedimiento 1120 de HARQ. El UE determina una versión de redundancia asociada con la transmisión de un TB de datos, en caso de que se use redundancia incremental para retransmisiones de HARQ, o si el UE necesita retransmitir un TB de datos para el procedimiento de HARQ en caso de que se use combinación de persecución para retransmisiones 1130 de HARQ. Basándose en la

determinación, el UE determina posteriormente un primer valor de $\beta_{\text{desplazamiento}}^{\text{PUSCH}}$, cuando la transmisión de PUSCH transporta una transmisión inicial de un TB de datos, 1140 o determina un segundo valor de $\beta_{\text{desplazamiento}}^{\text{PUSCH}}$, cuando la transmisión de PUSCH transporta una retransmisión de un TB de datos, 1140 para su uso para determinar un número de símbolos de modulación codificados para el tipo de UCI en la transmisión de PUSCH.

En muchos despliegues prácticos, también es beneficioso que un planificador tenga como objetivo diferentes valores de BLER para una transmisión inicial de un TB de datos, o para una retransmisión de un TB de datos, dependiendo de un tipo de servicio o dependiendo de un tráfico de red o condiciones de interferencia, y así sucesivamente. Por ejemplo, un planificador puede tener como objetivo una BLER inferior para transmisiones desde un UE de TB de datos asociados con tipos de servicio que requieren latencia inferior, o cuando una interferencia asociada a otros UE es pequeña, o cuando el UE no está limitado en potencia, y así sucesivamente.

Como tal, las decisiones del planificador pueden ser dinámicas, la configuración de un valor de $\beta_{\text{desplazamiento}}^{\text{PUSCH}}$ a un UE mediante señalización de capa superior para determinar un número de símbolos de modulación codificados para multiplexar un tipo de UCI en un PUSCH puede ser subóptima para conseguir una BLER objetivo para el tipo de UCI o para mejorar la planificación de un TB de datos. Adicionalmente, se escala linealmente un número de símbolos de modulación codificados obtenidos de acuerdo con la ecuación 1 o la ecuación 2 mediante un tipo de carga útil de UCI mientras una BLER para el tipo de UCI es una función no lineal del tipo de carga útil de UCI debido a ganancias de codificación asociadas con un esquema de codificación tal como un código de bloque, un código convolucional de bits de cola, o un código polar con relación a un código de repetición. Una determinación dinámica de un valor de $\beta_{\text{desplazamiento}}^{\text{PUSCH}}$

puede contabilizar ganancias de codificación de acuerdo con el tipo de carga útil de UCI. También, en la ecuación 1 o la ecuación 2, un número de símbolos de modulación codificados para un tipo de UCI están basados en una transmisión inicial para un TB de datos y esto puede ser problemático ya que falla al contabilizar una potencia de transmisión diferente cuando se multiplexa el tipo de UCI en una transmisión de PUSCH que transporta una retransmisión de un TB de datos.

Las limitaciones anteriores asociadas con la configuración mediante señalización de capa superior de un único valor

de $\beta_{\text{desplazamiento}}^{\text{PUSCH}}$ para determinar un número de símbolos de modulación codificados para un tipo de UCI en un PUSCH puede remediarse configurando un UE, a través de señalización de capa superior, un conjunto de valores de $\beta_{\text{desplazamiento}}^{\text{PUSCH}}$ para un respectivo tipo de UCI y señalizando dinámicamente un valor de $\beta_{\text{desplazamiento}}^{\text{PUSCH}}$ en un formato de DCI de UL que planifica una transmisión de PUSCH. Por ejemplo, un gNB puede configurar un UE mediante

señalización de capa superior un conjunto de cuatro valores de $\beta_{\text{desplazamiento}}^{\text{PUSCH}}$ y un formato de DCI que planifica una transmisión de PUSCH desde un UE puede incluir un campo de dos bits para indicar un valor de $\beta_{\text{desplazamiento}}^{\text{PUSCH}}$ desde

el conjunto de cuatro valores de $\beta_{\text{desplazamiento}}^{\text{PUSCH}}$.

Pueden aplicarse configuraciones separadas cuando un PUSCH transporta la transmisión inicial de un TB de datos y cuando el PUSCH transporta retransmisiones de un TB de datos. Cuando se multiplexan múltiples tipos de UCI en

una transmisión de PUSCH, puede aplicarse un mismo campo de indicador de desplazamiento de UCI para indexar un valor de $\beta_{\text{desplazamiento}}^{\text{PUSCH}}$ desde el conjunto de valores de $\beta_{\text{desplazamiento}}^{\text{PUSCH}}$ para cada tipo de UCI. Por ejemplo, para un campo de indicador de desplazamiento de UCI de 2 bits, con posibles valores de "00", "01", "10", y "11". El valor "10" puede usarse para indicar el tercer desplazamiento desde el respectivo conjunto de desplazamientos para cada tipo de UCI, tal como HARQ-ACK o CSI, que se multiplexa en una respectiva transmisión de PUSCH.

La Figura 12 ilustra un procedimiento 1200 de ejemplo para que un UE determine un valor de desplazamiento a aplicar para determinar un número de símbolos de modulación codificados en una transmisión de PUSCH basándose en señalización en un formato de DCI de UL asociado de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación. Una realización del procedimiento 1200 mostrado en la Figura 12 es para ilustración únicamente. Pueden usarse otras realizaciones sin alejarse del alcance de la presente divulgación.

Un UE recibe una configuración para un conjunto de valores de $\beta_{\text{desplazamiento}}^{\text{PUSCH}}$ asociados con un tipo de UCI para transmisión en un PUSCH 1210. Posteriormente, el UE detecta un formato de DCI de UL que planifica una transmisión de PUSCH donde el UE es para multiplexar el tipo 1220 de UCI. El formato de DCI de UL incluye un campo que indica un valor de $\beta_{\text{desplazamiento}}^{\text{PUSCH}}$ desde el conjunto de valores 1230 de $\beta_{\text{desplazamiento}}^{\text{PUSCH}}$. Basándose en el valor de $\beta_{\text{desplazamiento}}^{\text{PUSCH}}$ indicado, el UE determina un número de símbolos de modulación codificados para multiplexar en la transmisión 1240 de PUSCH. Por ejemplo, la determinación puede ser de acuerdo con la ecuación 1 o la ecuación 2.

Cuando una transmisión de PUSCH se planifica de manera semi-persistente (SPS) mediante señalización de capa superior, un gNB puede configurar un UE con un valor de $\beta_{\text{desplazamiento}}^{\text{PUSCH}}$ diferente para un tipo de UCI para al menos dos tipos de servicio diferentes que usan transmisiones de PUSCH de SPS.

Cuando se usan diferentes formatos de DCI para planificar transmisiones de PUSCH con diferentes BLER objetivo y un UE está configurado mediante valores de $\beta_{\text{desplazamiento}}^{\text{PUSCH}}$ de capas superiores diferentes, el UE puede determinar un valor de $\beta_{\text{desplazamiento}}^{\text{PUSCH}}$ para usar para determinar un número de símbolos de modulación codificados de UCI basándose en el formato de DCI asociado. Cuando se usa un mismo formato de DCI para planificar transmisiones de PUSCH con diferentes BLER objetivo y un UE está configurado mediante valores de $\beta_{\text{desplazamiento}}^{\text{PUSCH}}$ de diferentes capas superiores, el UE puede determinar un valor de $\beta_{\text{desplazamiento}}^{\text{PUSCH}}$ para usar para determinar un número de símbolos de modulación codificados de UCI ya estén basados explícitamente en un respectivo campo de índice en el formato de DCI o estén basados implícitamente en una indicación para una configuración de parámetros para que el UE use al determinar una potencia de transmisión de PUSCH.

Cuando se inicia una transmisión de PUSCH mediante un UE sin una transmisión de formato de DCI de UL asociada desde un gNB, puede impedirse la multiplexación de UCI en el PUSCH como una fiabilidad de que tales transmisiones de PUSCH pueden ser impredecibles y una recepción satisfactoria de los TB de datos asociados pueden basarse típicamente en repeticiones o retransmisiones de HARQ que no pueden beneficiarse típicamente una transmisión de UCI. Este comportamiento de UE puede ser mediante una configuración de red donde un UE puede estar configurado para si multiplexar UCI en un PUSCH o descartar la transmisión de PUSCH y transmitir UCI en un PUCCH. Como alternativa, un formato de DCI de DL puede incluir un campo que indica un recurso, de un conjunto de recursos configurados mediante capas superiores al UE, para una transmisión de HARQ-ACK asociada y uno o más de los recursos pueden soportar también una transmisión de PUSCH con un MCS predeterminado y asignación de RB.

Por ejemplo, uno o más recursos de los recursos configurados pueden estar asociados con un conjunto de un recurso de PUCCH y uno o más recursos de PUSCH. Cuando un UE no tiene datos para transmitir, el UE puede transmitir HARQ-ACK transmitiendo un PUCCH en el recurso de PUCCH. Cuando el UE tiene datos para transmitir, el UE puede transmitir tanto HARQ-ACK como datos transmitiendo un PUSCH en uno de los recursos de PUSCH. Cada recurso de PUSCH puede también estar configurado con un MCS para transmisión de datos y una asignación de RB y el UE puede seleccionar un recurso de PUSCH de acuerdo con un tamaño de un TB de datos.

En algunas realizaciones, se considera una determinación para un número de símbolos de modulación codificados (por capa) para una UCI y una multiplexación de tipos de UCI en un PUSCH.

Una transmisión de PUSCH de un UE en un intervalo incluye, por ejemplo, un símbolo para transmisión de DMRS que es un primer símbolo de UL en el intervalo que puede usarse mediante el UE para transmitir el PUSCH. Este no es necesariamente el primer símbolo del intervalo ya que, por ejemplo, puede haber transmisiones de DL en el comienzo del intervalo, tal como en caso de un intervalo híbrido. En las siguientes descripciones, a menos que no se

mencione explícitamente de otra manera, la expresión "primer símbolo de un intervalo" hace referencia a un primer símbolo disponible para transmisión de PUSCH en un intervalo. Pueden configurarse símbolos de DMRS adicionales a un UE para una transmisión de PUSCH en un intervalo mediante un formato de DCI que planifica la transmisión de PUSCH o mediante señalización de capa superior.

A diferencia de multiplexación de UCI como se describe en la especificación de LTE donde se colocan HARQ-ACK y RI/CRI en diferentes símbolos de intervalo y CSI se mapea en una manera de tiempo primero, de manera diferente de HARQ-ACK o RI/CRI, esta divulgación considera que (a) el mapeo de diferentes tipos de UCI puede ser consecutivo, primero en frecuencia y a continuación en tiempo, (b) pueden mapearse diferentes tipos de UCI en un mismo símbolo de intervalo, (c) el mapeo es de acuerdo con el tipo de UCI empezando con símbolos de HARQ-ACK (cuando los hubiera), continuando con símbolos de RI/CRI (cuando los hubiera - pueden codificarse también conjuntamente con CSI), continuando con símbolos de datos (cuando los hubiera) o símbolos de CSI de un primer tipo (cuando los hubiera), y concluyendo con símbolos de CSI de un segundo tipo (cuando lo hubiera) o símbolos de datos (cuando los hubiera). El mapeo de símbolos de modulación codificados de UCI o de modulación de datos codificados excluye símbolos de intervalo, o SC en símbolos de intervalo, usados para transmisión de DMRS o para transmisión de otra señalización tal como SRS. Los símbolos de intervalo o SC restantes se denominan como símbolos de intervalo disponibles o como SC disponibles. Como se describe posteriormente, una parte de CSI y RI/CRI (CSI parte 1) pueden codificarse conjuntamente en una misma palabra de código y la CSI restante (CSI parte 2) puede codificarse en una segunda palabra de código.

La multiplexación de UCI en esta divulgación considera que no hay ambigüedad, con probabilidad material, entre un UE de transmisión y un gNB de recepción de si una transmisión de PUSCH incluye o no multiplexación de UCI. Además, con una excepción para multiplexación de CSI como se analiza posteriormente, tampoco hay ambigüedad en un número de recursos usados para para multiplexar cada tipo de UCI en una transmisión de PUSCH. Adicionalmente, para un tipo de UCI, tal como, por ejemplo, HARQ-ACK o CSI, un gNB puede configurar un UE para si multiplexar el tipo de UCI en una transmisión de PUSCH o para transmitir de manera separada el tipo de UCI en un PUCCH.

Cuando está configurado un UE, mediante un formato de DCI de UL o mediante señalización de capa superior, para multiplexar HARQ-ACK en una transmisión de PUSCH, puede haber varios mecanismos para que el UE determine una carga útil de HARQ-ACK para multiplexar en la transmisión de PUSCH. Por ejemplo, un formato de DCI de UL puede incluir (a) campos de DAI con operación como se describe en la especificación de LTE para un sistema de TDD, que incluye la operación con agregación de portadora, o (b) una indicación para que el UE multiplique información de HARQ-ACK en el PUSCH cuando una carga útil de HARQ-ACK está predeterminada de acuerdo con un tamaño de libro de códigos, o (c) una indicación directa de procedimientos de HARQ para que se realice acuse de recibo mediante el UE. El HARQ-ACK puede ser por TB, por grupo de CB, o por CB. Una carga útil de RI/CRI está configurada mediante capas superiores y no hay ambigüedad entre un gNB y un UE que consideren la carga útil de RI/CRI.

Cuando un UE determina una carga útil de CSI total de acuerdo con un valor de RI que el UE transmite a un gNB de manera separada o conjuntamente de manera simultánea con la transmisión de CSI, puede haber una ambigüedad entre el gNB y el UE cuando el gNB falla al detectar correctamente el valor de RI. Por ejemplo, una carga útil de CSI (o CSI parte 2) es típicamente mayor cuando una clasificación asociada es mayor. Un gNB puede intentar detectar una palabra de código de CSI (o CSI parte 2) de acuerdo con más de una hipótesis para una carga útil asociada. Por ejemplo, cuando el gNB falla al detectar una palabra de código de CSI (o CSI parte 2) de acuerdo con una carga útil determinada desde un último valor detectado para RI (o CSI parte 1 cuando incluye RI), el gNB puede decodificar de nuevo la palabra de código de CSI (o CSI parte 2) suponiendo un valor de RI diferente que corresponde a una carga útil de CSI diferente (o CSI parte 2). Sin embargo, cuando RI o CSI corresponden a múltiples células, un número de correspondientes hipótesis aumenta debido a las combinaciones crecientes para una posible carga útil de CSI (o CSI parte 2). Es en general beneficioso minimizar un impacto en la detección de datos cuando un gNB detecta incorrectamente un valor de RI y posteriormente determina incorrectamente una carga útil de CSI (o CSI parte 2) multiplexada en una transmisión de PUSCH. Esto puede conseguirse, como se ha descrito posteriormente, haciendo una posición de inicio de cada CB de datos en una transmisión de PUSCH independiente de una carga útil de CSI real (o CSI parte 2).

Puede definirse un mapeo de símbolos de modulación codificados de UCI a SC para conseguir al menos un orden predeterminado de diversidad de frecuencia, tal como un orden de 2 o 4. Suponiendo una transmisión de PUSCH a

través de un BW de M_{sc}^{PUSCH} SC, un número de M_{sc}^{HARQ} SC para transmisión de símbolos de modulación codificados de HARQ-ACK, un número de $M_{sc}^{RI/CRI}$ SC para transmisión de símbolos de modulación codificados de RI/CRI, y un número de M_{sc}^{CSI} SC para transmisión de símbolos de modulación codificados de CSI, puede aplicarse lo siguiente.

En un ejemplo, se mapean en primer lugar símbolos de modulación codificados de HARQ-ACK a SC de una

transmisión de PUSCH. Cuando $M_{sc}^{HARQ} \leq M_{sc}^{PUSCH}$ en un primer símbolo de intervalo (y no se usa para transmisión de DMRS), la transmisión de HARQ-ACK es en cuatro grupos de SC consecutivas para conseguir un

orden de diversidad de frecuencia de cuatro. El primer y segundo grupos incluyen $\lceil M_{sc}^{HARQ}/4 \rceil$ SC disponibles

consecutivas y el tercer y cuarto grupos incluyen $\lfloor M_{sc}^{HARQ}/4 \rfloor$ SC disponibles consecutivas (o la inversa), donde $\lfloor \cdot \rfloor$ es la función suelo que redondea un número al número entero superior anterior. Una primera SC para el primer,

segundo, tercer y cuarto grupos de SC se determina como 0, $M_{sc}^{PUSCH}/4$, $M_{sc}^{PUSCH}/2$, y $3 \cdot M_{sc}^{PUSCH}/4$

(suponiendo que M_{sc}^{PUSCH} es un múltiplo de 4). Puede añadirse también un desplazamiento a las primeras SC

anteriores para desplazar su ubicación. Cuando $M_{sc}^{HARQ} > M_{sc}^{PUSCH}$, la transmisión de símbolos de modulación

codificados de HARQ-ACK es en todos las SC disponibles de los primeros $\lfloor M_{sc}^{HARQ}/M_{sc}^{PUSCH} \rfloor$ símbolos de intervalo consecutivos que no se usan para transmisión de DMRS y los restantes

$M_{sc,rem}^{HARQ} = M_{sc}^{HARQ} - \lfloor M_{sc}^{HARQ}/M_{sc}^{PUSCH} \rfloor \cdot M_{sc}^{PUSCH}$ símbolos de modulación codificados de HARQ-ACK se

transmiten en un siguiente símbolo de intervalo de la misma manera como se ha descrito para $M_{sc}^{HARQ} \leq M_{sc}^{PUSCH}$

sustituyendo M_{sc}^{HARQ} por $M_{sc,rem}^{HARQ}$. Lo anterior puede generalizarse a cualquier número de grupos, distinto de cuatro grupos, tal como dos grupos u ocho grupos para un correspondiente orden de diversidad de frecuencia de dos u ocho.

Para transmisión de RI/CRI (o CSI parte 1) en un intervalo, cuando no hay transmisión de HARQ-ACK en el intervalo, la multiplexación de símbolos de modulación codificados de RI/CRI a SC es como para la transmisión de HARQ-ACK. Cuando hay transmisión de HARQ-ACK en el intervalo, se consideran dos opciones. En una primera opción, la transmisión de RI/CRI (o CSI parte 1) símbolos de modulación codificados se inicia desde un símbolo de intervalo que no se usa para transmisión de DMRS y se encuentra después de un último símbolo usado para transmisión de símbolos de modulación codificados de HARQ-ACK, cuando los hubiera. La multiplexación de RI/CSI (o CSI parte 1) símbolos de modulación codificados a SC es para una transmisión de HARQ-ACK.

La Figura 13 ilustra un mapeo 1300 de ejemplo a subportadoras en un PUSCH de símbolos de modulación codificados que transportan HARQ-ACK, RI/CRI (o CSI parte 1), y datos de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación. Una realización del mapeo 1300 mostrado en la Figura 13 es para ilustración únicamente. Pueden usarse otras realizaciones sin alejarse del alcance de la presente divulgación.

Un UE transmite un PUSCH a un gNB en un intervalo a través de catorce símbolos y a través de $M_{sc}^{PUSCH} = 24$ SC.

El UE transmite una DMRS 1310 en un primer símbolo de intervalo a través de los $M_{sc}^{PUSCH} = 24$ SC. El UE puede

transmitir también la DMRS en uno o más otros símbolos de intervalo. El UE requiere $M_{sc}^{HARQ} = 32$ SC para

transmitir símbolos de modulación codificados de HARQ-ACK y $M_{sc}^{RI/CRI} = 8$ SC para transmitir RI/CRI (o CSI parte

1) símbolos de modulación codificados. Puesto que $M_{sc}^{HARQ} > M_{sc}^{PUSCH}$, el UE transmite símbolos de modulación

codificados de HARQ-ACK en todos los M_{sc}^{PUSCH} SC en $\lfloor M_{sc}^{HARQ}/M_{sc}^{PUSCH} \rfloor = 1$ símbolo de intervalo que es un

segundo símbolo 1320 de intervalo. El UE transmite símbolos de modulación codificados de HARQ-ACK en los

restantes $M_{sc,rem}^{HARQ} = M_{sc}^{HARQ} - \lfloor M_{sc}^{HARQ}/M_{sc}^{PUSCH} \rfloor \cdot M_{sc}^{PUSCH} = 8$ SC en un tercer símbolo de intervalo.

Los $M_{sc,rem}^{HARQ}$ SC se dividen en cuatro grupos de $\lfloor M_{sc,rem}^{HARQ}/4 \rfloor = \lceil M_{sc,rem}^{HARQ}/4 \rceil = 2$ SC consecutivas donde el

primer grupo empieza desde el SC 0 1330, el segundo grupo empieza desde el SC $M_{sc}^{PUSCH}/4 = 6$ (no mostrado),

el tercer grupo empieza desde el SC $M_{sc}^{PUSCH}/2 = 12$ (no mostrado), y el cuarto grupo empieza desde la SC

$3 \cdot M_{sc}^{PUSCH}/4 = 18$ 1332. El UE transmite RI/CRI (o CSI parte 1) símbolos de modulación codificados en un

cuarto símbolo de intervalo a través de $M_{sc}^{RI/CRI} = 8$ SC 1340 que se dividen en cuatro grupos de $\lfloor M_{sc}^{RI/CRI} / 4 \rfloor = \lfloor 8 / 4 \rfloor = 2$ SC consecutivas donde el primer grupo empieza desde la SC 0 1340, el segundo grupo empieza desde la SC $M_{sc}^{PUSCH} / 4 = 6$ (no mostrado), el tercer grupo empieza desde la SC $M_{sc}^{PUSCH} / 2 = 12$ (no mostrada), y el cuarto grupo empieza desde la SC $3 \cdot M_{sc}^{PUSCH} / 4 = 18$ 1342. El UE transmite datos 1350 en los restantes símbolos de intervalo.

En otro ejemplo, la transmisión de RI/CRI (o CSI parte 1) empieza desde un último símbolo usado para la transmisión de símbolos de modulación codificados de HARQ-ACK cuando hay disponibles SC en ese símbolo de intervalo. Cuando pueden transmitirse símbolos de modulación codificados de RI/CRI (o CSI parte 1) en un último símbolo usado para la transmisión de símbolos de modulación codificados de HARQ-ACK, cuando los hubiera, que

es cuando $M_{sc}^{HARQ} - \lfloor M_{sc}^{HARQ} / M_{sc}^{PUSCH} \rfloor \cdot M_{sc}^{PUSCH} + M_{sc}^{RI/CRI} \leq M_{sc}^{PUSCH}$ puede haber de nuevo cuatro grupos de SC consecutivas para la transmisión de RI/CRI, cuando un primer SC para cada grupo de SC de RI/CRI es después de un último SC para un grupo de SC de HARQ-ACK con un mismo índice. Cuando $M_{sc}^{HARQ} - \lfloor M_{sc}^{HARQ} / M_{sc}^{PUSCH} \rfloor \cdot M_{sc}^{PUSCH} + M_{sc}^{RI/CRI} > M_{sc}^{PUSCH}$ se usa un número de

$M_{sc,0}^{RI/CRI} = M_{sc}^{PUSCH} - M_{sc}^{HARQ} - \lfloor M_{sc}^{HARQ} / M_{sc}^{PUSCH} \rfloor \cdot M_{sc}^{PUSCH}$ subportadoras restantes en el último símbolo de intervalo para transmisión de HARQ-ACK para transmisión de RI/CRI (o CSI parte 1) y se determinan SC para la primera opción usando $M_{sc}^{RI/CRI} - M_{sc,0}^{RI/CRI}$, en lugar de $M_{sc}^{RI/CRI}$, para un número de SC necesarias para multiplexar símbolos de modulación codificados de RI/CRI.

La Figura 14 ilustra un mapeo 1400 de ejemplo a subportadoras en un PUSCH de símbolos de modulación codificados que transportan HARQ-ACK, RI/CRI (o CSI parte 1), y datos de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación. Una realización del mapeo 1400 mostrado en la Figura 14 es para ilustración únicamente. Pueden usarse otras realizaciones sin alejarse del alcance de la presente divulgación.

Un UE transmite un PUSCH a un gNB en un intervalo a través de catorce símbolos y a través de $M_{sc}^{PUSCH} = 24$ SC. El UE transmite una DMRS 1410 en un primer símbolo de intervalo a través de las $M_{sc}^{PUSCH} = 24$ SC. El UE puede transmitir también DMRS en uno o más otros símbolos de intervalo. El UE requiere $M_{sc}^{HARQ} = 16$ SC para transmitir símbolos de modulación codificados de HARQ-ACK y $M_{sc}^{RI/CRI} = 8$ para transmitir RI/CRI (o CSI parte 1) símbolos de modulación codificados. Puesto que $M_{sc}^{HARQ} - \lfloor M_{sc}^{HARQ} / M_{sc}^{PUSCH} \rfloor \cdot M_{sc}^{PUSCH} + M_{sc}^{RI/CRI} = 16 + 0 \cdot 24 + 8 = M_{sc}^{PUSCH}$, el UE transmite todos los símbolos de modulación codificados de ACK y RI/CRI (o CSI parte 1) en un segundo símbolo de intervalo.

El UE transmite símbolos de modulación codificados de HARQ-ACK a través de $M_{sc}^{HARQ} = 16$ SC 1420 que se dividen en cuatro grupos $\lfloor M_{sc}^{HARQ} / 4 \rfloor = \lfloor 16 / 4 \rfloor = 4$ SC consecutivas donde el primer grupo empieza desde la SC 0 1422, el segundo grupo empieza desde la SC $M_{sc}^{PUSCH} / 4 = 6$ (no mostrada), el tercer grupo empieza desde la SC $M_{sc}^{PUSCH} / 2 = 12$ (no mostrada) y el cuarto grupo empieza desde la SC $3 \cdot M_{sc}^{PUSCH} / 4 = 18$ 1424. El UE transmite símbolos de modulación codificados de RI/CRI (o CSI parte 1) a través de $M_{sc}^{RI/CRI} = 8$ SC 1430 que se dividen en cuatro grupos de $\lfloor M_{sc}^{RI/CRI} / 4 \rfloor = \lfloor 8 / 4 \rfloor = 2$ SC

consecutivas donde el primer grupo empieza desde la SC $\lfloor M_{sc}^{HARQ} / 4 \rfloor = 4$ 1432, el segundo grupo empieza desde la SC $M_{sc}^{PUSCH} / 4 + \lfloor M_{sc}^{HARQ} / 4 \rfloor = 10$ (no mostrada), el tercer grupo empieza desde la SC $M_{sc}^{PUSCH} / 2 + \lfloor M_{sc}^{HARQ} / 4 \rfloor = 16$ (no mostrada), y el cuarto grupo empieza desde la SC

$$3 \cdot M_{sc}^{PUSCH} / 4 + \lfloor M_{sc}^{HARQ} / 4 \rfloor = 22$$

1434. El UE transmite datos 1440 en los símbolos de intervalo restantes.

En otro ejemplo más, un UE transmite símbolos de modulación codificados de UCI en un PUSCH a través de todos

los símbolos de intervalo disponibles donde en un primer número de símbolos de intervalo disponible, N_{symb}^1 , la transmisión es en (o cerca de) un extremo de un BW de transmisión de PUSCH y en un segundo número de

5 símbolos de intervalo disponible, N_{symb}^2 , la transmisión es (o cerca de) el otro extremo del BW de transmisión de PUSCH. Para un número total de N_{symb}^{PUSCH} símbolos disponibles, el primer número puede ser los primeros

$\lceil N_{symb}^{PUSCH} / 2 \rceil$ símbolos de intervalo disponibles y el segundo número pueden ser los últimos $\lfloor N_{symb}^{PUSCH} / 2 \rfloor$

símbolos de intervalo disponibles (o la inversa). En lugar de usar un número total de símbolos disponibles para la transmisión, puede usarse un número de símbolos de intervalo $N_{intervalo}$ y el primer número de símbolos de intervalo

10 puede ser el número de símbolos disponibles en los primeros $\lceil N_{intervalo} / 2 \rceil$ símbolos de intervalo y el segundo número de símbolos de intervalo puede ser el número de símbolos disponibles en los últimos $\lfloor N_{intervalo} / 2 \rfloor$ símbolos de intervalo. Por ejemplo, cuando $N_{intervalo} = 14$ y cuando hay 5 símbolos de intervalo disponibles para transmisión en

los primeros $\lceil N_{intervalo} / 2 \rceil = 7$ símbolos de intervalo, entonces $N_{symb}^1 = 5$ mientras que cuando hay 7 símbolos de

intervalo disponibles para su transmisión en los segundos $\lfloor N_{intervalo} / 2 \rfloor = 7$ símbolos, entonces $N_{symb}^2 = 7$.

15 Cuando los símbolos de modulación codificados de HARQ-ACK requieren M_{sc}^{HARQ} SC para transmisión, se colocan

unas primeras $\lceil M_{sc}^{HARQ} / 2 \rceil$ SC en el primer número N_{symb}^1 de símbolos de intervalo, empezando desde un índice

de SC más inferior y un primer símbolo disponible desde los N_{symb}^1 símbolos de intervalo, continuando en serie a

través de símbolos disponibles desde los N_{symb}^1 símbolos de intervalo, y a continuación continuando desde un

índice de SC superior, en un mapeo de tiempo primero, frecuencia segundo. Se mapea un último símbolo de

20 modulación de HARQ-ACK codificado en SC con índice $\lceil M_{sc}^{HARQ} / 2 \rceil / N_{symb}^1 - 1$ y en el símbolo

$\lceil M_{sc}^{HARQ} / 2 \rceil \bmod(N_{symb}^1) - 1$ desde los N_{symb}^1 símbolos de intervalo. Se colocan unas segundas $\lfloor M_{sc}^{HARQ} / 2 \rfloor$

SC en el segundo número N_{symb}^2 de símbolos de intervalo, empezando desde un índice de SC más alto y un primer

símbolo disponible desde los N_{symb}^2 símbolos de intervalo, continuando en serie a través de símbolos disponibles

desde los N_{symb}^2 símbolos de intervalo, y continuando a continuación desde un siguiente índice de SC más inferior,

25 un mapeo de tiempo primero, frecuencia segundo. Se mapea un último símbolo de modulación de HARQ-ACK

codificado en SC con índice $M_{sc}^{PUSCH} - \lceil M_{sc}^{HARQ} / 2 \rceil / N_{symb}^2 - 1$ y en el símbolo $\lfloor M_{sc}^{HARQ} / 2 \rfloor \bmod(N_{symb}^2) - 1$

desde los N_{symb}^2 símbolos de intervalo. El orden del mapeo a los dos extremos de un BW de transmisión de

PUSCH puede también invertirse.

30 Los símbolos de modulación codificados de RI/CRI (o CSI parte 1) pueden mapearse a respectivas $M_{sc}^{RI/CRI}$ SC

para su transmisión de una misma manera que los símbolos de modulación codificados de HARQ-ACK. Cuando un

UE no transmite HARQ-ACK, un mapeo para símbolos de modulación codificados RI/CRI es como para símbolos de

modulación codificados de HARQ-ACK. Cuando el UE transmite HARQ-ACK, en una primera opción, una primera de

las $\lceil M_{sc}^{RI/CRI} / 2 \rceil$ SC es una SC con índice $\lceil M_{sc}^{HARQ} / 2 \rceil / N_{symb}^1 - 1$ en el símbolo

$\lceil M_{sc}^{HARQ} / 2 \rceil \bmod(N_{symb}^1)$ desde los N_{symb}^1 símbolos de intervalo cuando $\lceil M_{sc}^{HARQ} / 2 \rceil \bmod(N_{symb}^1) > 0$ o es una

35 SC con índice $\lceil M_{sc}^{HARQ} / 2 \rceil / N_{symb}^1$ en el símbolo 0 desde los N_{symb}^1 símbolos de intervalo. Una primera de las

$\lfloor M_{sc}^{RI/CRI}/2 \rfloor$ SC es una SC con índice $M_{sc}^{PUSCH} - \lfloor M_{sc}^{HARQ}/2 \rfloor / N_{symb}^2 - 1$ en el símbolo $\lfloor M_{sc}^{HARQ}/2 \rfloor \bmod(N_{symb}^2)$ desde los N_{symb}^2 símbolos de intervalo cuando $\lfloor M_{sc}^{HARQ}/2 \rfloor \bmod(N_{symb}^2) > 0$ o es una SC con índice $M_{sc}^{PUSCH} - \lfloor M_{sc}^{HARQ}/2 \rfloor / N_{symb}^2$ en el símbolo 0 desde los N_{symb}^2 símbolos de intervalo.

5 En una realización, un mapeo de SC para transmisión de símbolos de modulación codificados de RI/CRI (o CSI parte 1) es como para SC para transmisión de símbolos de modulación codificados de HARQ-ACK con la excepción

de que una primera SC de las $\lfloor M_{sc}^{RI/CRI}/2 \rfloor$ SC es la SC $\lfloor M_{sc}^{HARQ}/2 \rfloor / N_{symb}^1$ y una primera SC de las $\lfloor M_{sc}^{RI/CRI}/2 \rfloor$ SC es la SC $M_{sc}^{PUSCH} - \lfloor M_{sc}^{HARQ}/2 \rfloor / N_{symb}^2 - 1$.

10 La Figura 15 ilustra un mapeo 1500 de ejemplo a subportadoras de PUSCH de símbolos de modulación codificados que transportan HARQ-ACK, RI/CRI (CSI parte 1), y datos de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación. Una realización del mapeo 1500 mostrado en la Figura 15 es para ilustración únicamente. Pueden usarse otras realizaciones sin alejarse del alcance de la presente divulgación.

Un UE transmite un PUSCH a un gNB en un intervalo a través de catorce símbolos y a través de $M_{sc}^{PUSCH} = 24$ SC. El UE transmite una DMRS 1510 en un primer símbolo de intervalo y en un octavo símbolo a través de las $M_{sc}^{PUSCH} = 24$ SC. El UE requiere $M_{sc}^{HARQ} = 20$ SC para transmitir símbolos de modulación codificados de HARQ-ACK y $M_{sc}^{RI/CRI} = 8$ SC para transmitir símbolos de modulación codificados de RI/CRI (o CSI parte 1). El UE transmite símbolos de modulación codificados de HARQ-ACK a través de $\lfloor M_{sc}^{HARQ}/2 \rfloor = 10$ SC 1520 en $N_{symb}^1 = 6$ símbolos de intervalo disponibles usando un mapeo de tiempo primero donde se mapea un primer símbolo de modulación codificado de HARQ-ACK en SC con el índice 0 y en el símbolo 0 y se mapea en un último símbolo de modulación codificado de HARQ-ACK en la SC con índice $\lfloor M_{sc}^{HARQ}/2 \rfloor / N_{symb}^1 - 1 = 1$ y en el símbolo $\lfloor M_{sc}^{HARQ}/2 \rfloor \bmod(N_{symb}^1) - 1 = 3$.

El UE transmite símbolos de modulación codificados de HARQ-ACK a través de $\lfloor M_{sc}^{HARQ}/2 \rfloor = 10$ SC 1522 en $N_{symb}^2 = 6$ símbolos de intervalo disponibles usando un mapeo de tiempo primero donde se mapea un primer símbolo de modulación codificado de HARQ-ACK en SC con índice $M_{sc}^{PUSCH} - 1 = 23$ y en el símbolo 0 y se mapea un último símbolo de modulación codificado de HARQ-ACK en SC con índice $M_{sc}^{PUSCH} - \lfloor M_{sc}^{HARQ}/2 \rfloor / N_{symb}^2 = 22$ y en el símbolo $\lfloor M_{sc}^{HARQ}/2 \rfloor \bmod(N_{symb}^2) - 1 = 3$. El UE transmite símbolos de modulación codificados de RI/CRI (o CSI parte 1) a través de $\lfloor M_{sc}^{RI/CRI}/2 \rfloor = 4$ SC 1230 en $N_{symb}^1 = 6$ símbolos de Intervalo disponibles usando un mapeo de tiempo primero donde se mapea un primer símbolo de modulación codificado de RI/CRI en SC con índice $\lfloor M_{sc}^{HARQ}/2 \rfloor / N_{symb}^1 - 1$ y en el símbolo $\lfloor M_{sc}^{HARQ}/2 \rfloor \bmod(N_{symb}^1) = 4$.

El UE transmite símbolos de modulación codificados de RI/CSI (o CSI parte 1) a través de $\lfloor M_{sc}^{RI/CRI}/2 \rfloor = 4$ SC 1532 en $N_{symb}^2 = 6$ símbolos de intervalo disponibles usando un mapeo de tiempo primero donde se mapea un primer símbolo de modulación codificado de RI/CRI en la SC con índice $M_{sc}^{PUSCH} - \lfloor M_{sc}^{HARQ}/2 \rfloor / N_{symb}^2 - 1 = 9$ y en el símbolo $\lfloor M_{sc}^{HARQ}/2 \rfloor \bmod(N_{symb}^2) = 4$. En las SC restantes y símbolos disponibles, el UE transmite datos 1540 u otra UCI tal como CSI.

35 La Figura 16 ilustra un mapeo 1600 de ejemplo a subportadoras de PUSCH de símbolos de modulación codificados que transportan HARQ-ACK, RI/CRI (CSI parte 1), y datos de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación. Una realización del mapeo 1600 mostrado en la Figura 16 es para ilustración únicamente. Pueden usarse otras realizaciones sin alejarse del alcance de la presente divulgación.

Un UE transmite un PUSCH a un gNB en un intervalo a través de catorce símbolos y a través de $M_{sc}^{PUSCH} = 24$ SC. El UE transmite una DMRS 1610 en un primer símbolo de intervalo y en un octavo símbolo a través de $M_{sc}^{PUSCH} = 24$ SC. El UE requiere $M_{sc}^{HARQ} = 20$ SC para transmitir símbolos de modulación codificados de HARQ-ACK. Un mapeo a SC es como se describe en la Figura 15 y no se repite por brevedad. El UE requiere $M_{sc}^{RI/CRI} = 8$ SC para transmitir símbolos de modulación codificados de RI/CRI (o CSI parte 1). El UE transmite símbolos de modulación codificados de RI/CRI (o CSI parte 1) de una misma manera que los símbolos de modulación codificados de HARQ-ACK.

El UE transmite símbolos de modulación codificados de RI/CRI (o CSI parte 1) a través de $\lceil M_{sc}^{RI/CRI} / 2 \rceil = 4$ SC 1630 en $N_{symb}^1 = 6$ símbolos de intervalo disponibles usando un mapeo de tiempo primero donde se mapea un primer símbolo de modulación codificado de RI/CRI en SC con índice $\lceil M_{sc}^{HARQ} / 2 \rceil / N_{symb}^1 = 2$ y en el símbolo 0 y el UE transmite símbolos de modulación codificados de RI/CRI a través de $\lfloor M_{sc}^{RI/CRI} / 2 \rfloor = 4$ SC 1632 en $N_{symb}^2 = 6$ símbolos de intervalo disponibles usando un mapeo de tiempo primero donde se mapea un primer símbolo de modulación codificado de RI/CRI en SC con índice $M_{sc}^{PUSCH} - \lceil M_{sc}^{HARQ} / 2 \rceil / N_{symb}^2 - 1 = 21$ y en el símbolo 0. En las SC restantes y símbolos disponibles, el UE transmite datos 1640 u otra UCI tal como la CSI.

Los símbolos de modulación codificados de UCI en un PUSCH puede también mapearse simultáneamente a través de todos los N_{symb}^{PUSCH} símbolos de intervalo disponibles. Cuando los símbolos de modulación codificados de HARQ-ACK requieren M_{sc}^{HARQ} SC para una transmisión, se colocan unas primeras $\lceil M_{sc}^{HARQ} / 2 \rceil$ SC empezando desde un índice de SC más inferior (índice 0) y un primer símbolo de intervalo disponible (índice 0), continuando en serie en a través de N_{symb}^{PUSCH} símbolos de intervalo, y continuando a continuación desde el siguiente índice de SC superior, en un mapeo de tiempo primero, frecuencia segundo. Se mapea un último símbolo de modulación codificado de HARQ-ACK en SC con índice $\lceil M_{sc}^{HARQ} / 2 \rceil / N_{symb}^{PUSCH} - 1$ y en el símbolo $\lceil M_{sc}^{HARQ} / 2 \rceil \bmod(N_{symb}^{PUSCH}) - 1$.

Se colocan unas segundas $\lfloor M_{sc}^{HARQ} / 2 \rfloor$ SC empezando desde el índice de SC más alto (índice $M_{sc}^{PUSCH} - 1$) y un primer símbolo de intervalo disponible (índice 0), continuando en serie a través de N_{symb}^{PUSCH} símbolos de intervalo disponibles, y continuando a continuación desde el siguiente índice de SC inferior, en un mapeo de tiempo primero, frecuencia segundo. Se mapea un último símbolo de modulación codificado de HARQ-ACK en la SC con índice $M_{sc}^{PUSCH} - \lfloor M_{sc}^{HARQ} / 2 \rfloor / N_{symb}^{PUSCH} - 1$ y en el símbolo $\lfloor M_{sc}^{HARQ} / 2 \rfloor \bmod(N_{symb}^{PUSCH}) - 1$. El orden del mapeo de los dos extremos de un BW de transmisión de PUSCH puede también invertirse y puede intercalarse un mapeo de símbolos de modulación de HARQ-ACK a través de las SC en los dos extremos del BW de transmisión de PUSCH (para obtener un mapeo de frecuencia primero de acuerdo con la condición anterior de que esta divulgación considera (a) el mapeo de diferentes tipos de UCI puede ser consecutivo, frecuencia primero y a continuación en tiempo).

Pueden mapearse símbolos de modulación codificados de RI/CRI (o CSI parte 1) a respectivas $M_{sc}^{RI/CRI}$ SC en una misma manera que los símbolos de modulación codificados de HARQ-ACK. Cuando un UE no transmite HARQ-ACK, un mapeo a SC para símbolos de modulación codificados de RI/CRI (o CSI parte 1) es para símbolos de modulación codificados de HARQ-ACK. Cuando el UE transmite HARQ-ACK, en una primera opción, una primera de las $\lceil M_{sc}^{RI/CRI} / 2 \rceil$ SC es una SC con índice $\lceil M_{sc}^{HARQ} / 2 \rceil / N_{symb}^{PUSCH} - 1$ en el símbolo $\lceil M_{sc}^{HARQ} / 2 \rceil \bmod(N_{symb}^{PUSCH})$ cuando $\lceil M_{sc}^{HARQ} / 2 \rceil \bmod(N_{symb}^{PUSCH}) > 0$ o es una SC con índice $\lceil M_{sc}^{HARQ} / 2 \rceil / N_{symb}^{PUSCH}$ en el símbolo 0. Una primera de las $\lfloor M_{sc}^{RI/CRI} / 2 \rfloor$ SC es una SC con índice $M_{sc}^{PUSCH} - \lfloor M_{sc}^{HARQ} / 2 \rfloor / N_{symb}^{PUSCH} - 1$ en el símbolo $\lfloor M_{sc}^{HARQ} / 2 \rfloor \bmod(N_{symb}^{PUSCH})$ cuando $\lfloor M_{sc}^{HARQ} / 2 \rfloor \bmod(N_{symb}^{PUSCH}) > 0$ o es una SC con el índice

$M_{sc}^{PUSCH} - \left\lfloor \left\lceil M_{sc}^{HARQ}/2 \right\rceil / N_{symb}^{PUSCH} \right\rfloor$ en el símbolo 0. En una segunda opción, un mapeo de las $M_{sc}^{RI/CRI}$ SC es como para las SC para transmisión de símbolos de modulación codificados de HARQ-ACK con la excepción de que una primera SC de las $\left\lceil M_{sc}^{RI/CRI}/2 \right\rceil$ SC es la SC $\left\lceil M_{sc}^{HARQ}/2 \right\rceil / N_{symb}^{PUSCH}$ y una primera SC de las $\left\lfloor M_{sc}^{RI/CRI}/2 \right\rfloor$ SC es la SC $M_{sc}^{PUSCH} - \left\lfloor \left\lceil M_{sc}^{HARQ}/2 \right\rceil / N_{symb}^{PUSCH} \right\rfloor - 1$, donde mod es la función módulo definida como $x \bmod(y) = x - y \lfloor x/y \rfloor$.

La Figura 17 ilustra un mapeo 1700 de ejemplo en subportadoras de PUSCH de símbolos de modulación codificados que transportan HARQ-ACK, RI/CRI (CSI parte 1), y datos de acuerdo con la primera opción para mapear símbolos de modulación codificados de UCI a través de todos los símbolos de intervalo de PUSCH disponibles de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación. Una realización del mapeo 1700 mostrado en la Figura 17 es para ilustración únicamente. Pueden usarse otras realizaciones sin alejarse del alcance de la presente divulgación.

Un UE transmite un PUSCH a un gNB en un intervalo a través de catorce símbolos y a través de $M_{sc}^{PUSCH} = 24$ SC. El UE transmite una DMRS 1710 en un primer símbolo de intervalo y en un octavo símbolo a través de las $M_{sc}^{PUSCH} = 24$ SC. El UE requiere $M_{sc}^{HARQ} = 20$ SC para transmitir símbolos de modulación codificados de HARQ-ACK y $M_{sc}^{RI/CRI} = 8$ SC para transmitir símbolos de modulación codificados de RI/CRI (o CSI parte 1). El UE transmite símbolos de modulación codificados de HARQ-ACK a través de $\left\lceil M_{sc}^{HARQ}/2 \right\rceil = 10$ SC 1720 en los N_{symb}^{PUSCH} símbolos de intervalo disponibles usando un mapeo de tiempo primero donde un primer símbolo de modulación codificado de HARQ-ACK se mapea en la SC con índice $\left\lceil M_{sc}^{HARQ}/2 \right\rceil / N_{symb}^{PUSCH} - 1 = 0$ y en el símbolo $\left\lceil M_{sc}^{HARQ}/2 \right\rceil \bmod(N_{symb}^{PUSCH}) - 1 = 9$.

El UE transmite símbolos de modulación codificados de HARQ-ACK a través de $\left\lfloor M_{sc}^{HARQ}/2 \right\rfloor = 10$ SC 1722 en los N_{symb}^{PUSCH} símbolos de intervalo disponibles usando un mapeo de tiempo primero donde se mapea un primer símbolo de modulación codificado de HARQ-ACK en la SC con índice $M_{sc}^{PUSCH} - 1 = 23$ y en el símbolo 0 y se mapea un último símbolo de modulación codificado de HARQ-ACK en la SC con índice $M_{sc}^{PUSCH} - \left\lfloor \left\lceil M_{sc}^{HARQ}/2 \right\rceil / N_{symb}^{PUSCH} \right\rfloor = 23$ y en el símbolo $\left\lfloor M_{sc}^{HARQ}/2 \right\rfloor \bmod(N_{symb}^{PUSCH}) - 1 = 9$. El UE transmite símbolos de modulación codificados de RI/CRI (o CSI parte 1) a través de $\left\lceil M_{sc}^{RI/CRI}/2 \right\rceil = 4$ SC 1730 usando un mapeo de tiempo primero donde se mapea un primer símbolo de modulación codificado de RI/CRI (o CSI parte 1) en la SC con índice $\left\lceil M_{sc}^{HARQ}/2 \right\rceil / N_{symb}^{PUSCH} - 1 = 0$ y en el símbolo $\left\lceil M_{sc}^{HARQ}/2 \right\rceil \bmod(N_{symb}^{PUSCH}) = 10$.

El UE transmite símbolos de modulación codificados de RI/CSI (o CSI parte 1) a través de $\left\lfloor M_{sc}^{RI/CRI}/2 \right\rfloor = 4$ SC 1732 usando un mapeo de tiempo primero donde se mapea un primer símbolo de modulación codificado de RI/CRI (o CSI parte 1) en SC con índice $M_{sc}^{PUSCH} - \left\lfloor \left\lceil M_{sc}^{HARQ}/2 \right\rceil / N_{symb}^{PUSCH} \right\rfloor = 23$ y en el símbolo $\left\lfloor M_{sc}^{HARQ}/2 \right\rfloor \bmod(N_{symb}^{PUSCH}) = 10$ en restantes SC y símbolos disponibles, el UE transmite datos 1740 u otra UCI tal como CSI. La Figura 17 es un equivalente de la Figura 15 con la UCI transmitida a través de todos los símbolos de PUSCH disponibles en los dos extremos de un BW de transmisión de PUSCH. Una estructura similar puede aplicarse como una equivalente de la Figura 16 y se omite una respectiva descripción por brevedad.

Una ventaja de mapeo de UCI como en la Figura 16 o en la Figura 17 es que un impacto de la multiplexación de UCI en bloques de código de datos se distribuye uniformemente y, cuando es posible o cuando es necesario, el aumento de potencia puede aplicarse a transmisiones de UCI ya que las transmisiones de UCI se distribuyen a través de todos los símbolos de PUSCH disponibles. En caso de modulación de QAM, puede señalizarse un factor de escalamiento de potencia para transmisiones de UCI a través de un respectivo campo en un formato de DCI que planifica la transmisión de PUSCH.

Para la multiplexación de CSI (o CSI parte 2) en una transmisión de PUSCH, un problema principal es evitar un caso de error resultante de un gNB que detecta incorrectamente un RI que está asociado con la CSI (o CSI parte 2). Un UE puede transmitir un RI en un mismo intervalo que una CSI (o CSI parte 2) o en un intervalo anterior. Cuando el UE transmite una carga útil de CSI menor (o CSI parte 2) que espera el gNB, el gNB detecta unos CB de datos a través de un número menor de SC que usa el UE para transmitir los CB de datos. Una consecuencia es que el gNB asume una adaptación de tasa incorrecta para los CB y esto conduce a una corrupción de memoria intermedia de HARQ en el gNB. Cuando el UE transmite una carga útil de CSI mayor (o CSI parte 2) cuando la espera el gNB, el gNB detecta los CB de datos a través de un número mayor de SC que usa el UE para transmitir los CB de datos. Una consecuencia es que el gNB asume una SC de inicio incorrecto para la transmisión de CB de datos, que conduce a corrupción de memoria intermedia de HARQ completa, o incluye en la recepción de CB de datos las SC que usa el UE para transmitir CSI (o CSI parte 2) lo que conduce a corrupción de memoria intermedia de HARQ parcial. Cuando ocurre un error de RI, el gNB también recibe de manera incorrecta una CSI asociada (o CSI parte 2) a menos que el gNB decodifique la CSI (o CSI parte 2) de acuerdo con múltiples hipótesis para la carga útil de CSI (o CSI parte 2).

En una realización, para evitar casos de error para multiplexar CSI (o CSI parte 2) y datos en un PUSCH que se provocan por la detección de RI incorrecta en un gNB, se define una carga útil de CSI de referencia (o CSI parte 2) o se configura mediante el gNB a un UE y se determina un número total de símbolos de modulación codificados para multiplexación de CSI con relación a la carga útil de CSI de referencia (CSI parte 1). Por ejemplo, puede definirse una carga útil de CSI de referencia (CSI parte 1), $O_{CSI,ref}$, con relación a la generación de información de CSI de clasificación 1, o con relación a la generación de información de CSI de clasificación 2, o puede configurarse al UE desde el gNB mediante señalización de capa superior. A continuación, pueden codificarse conjuntamente RI/CRI y la carga útil de CSI de referencia, tal como para la CSI de clasificación 1. También es posible definir o configurar un MCS de referencia en lugar de una carga útil de CSI de referencia.

Al determinar un número de símbolos de modulación codificados para multiplexación de CSI en un PUSCH, por ejemplo como en la ecuación 2, el UE aplica la carga útil de CSI de referencia $O_{CSI,ref}$. El gNB puede indicar, conjuntamente o de manera separada en un formato de DCI de UL asociado, un primer valor de

$\beta_{desplazamiento}^{CSI}$, $\beta_{desplazamiento, 1}^{CSI}$, para carga útil de CSI de $O_{CSI,ref}$ y un segundo valor de $\beta_{desplazamiento}^{CSI}$, $\beta_{desplazamiento, 2}^{CSI}$ para la carga útil de CSI de O_{CSI} y una carga útil de $O_{CSI} - O_{CSI,ref}$ (cuando no es cero).

Cuando únicamente está configurado $\beta_{desplazamiento}^{CSI}$ mediante un gNB, el valor de $\beta_{desplazamiento}^{CSI}$ indicado es probable que proporcione un número de símbolos de modulación codificados de CSI que son menores o mayores que lo necesario para conseguir la BLER objetivo para la carga útil de CSI real O_{CSI} . En el primer caso, dependiendo de la diferencia relativa entre la carga útil de CSI real transmitida desde el UE y la carga útil de CSI determinada mediante el gNB, la BLER de CSI real puede ser mayor que la BLER de CSI objetivo y puede haber más recursos disponibles para transmisión de datos. En el último caso, la BLER de CSI real puede ser menor que la BLER de CSI objetivo y puede haber menos recursos disponibles para transmisión de datos.

Por ejemplo, cuando el $\beta_{desplazamiento}^{CSI}$ se establece considerando una carga útil de $O_{CSI} > O_{CSI,ref}$ bits de CSI tales como para la CQI de clasificación 2 y para la PMI, y el UE informa la CQI con carga útil de $O_{CSI,ref}$ tal como para la CQI de clasificación 1 (y RI/CRI), un número resultante de símbolos de modulación codificados puede ser mayor que lo necesario (tasa de código inferior que la necesaria) para conseguir una BLER objetivo.

Por ejemplo, cuando el $\beta_{desplazamiento}^{CSI}$ se establece considerando una carga útil de CSI de $O_{CSI,ref}$ bits tales como para la CQI de clasificación 1 y el UE informa la CSI con carga útil total $O_{CSI} > O_{CSI,ref}$ tal como para la CQI de clasificación 1 y para PMI, codificando de manera separada $O_{CSI} - O_{CSI,ref}$ bits de CSI además de los $O_{CSI,ref}$ bits de CSI, un número resultante de símbolos de modulación codificados puede ser menor que lo necesario (tasa de código mayor que la necesaria) para conseguir una BLER objetivo.

Se aplican argumentos similares cuando se configuran ambos de los valores $\beta_{desplazamiento}^{CSI}$ y $\beta_{desplazamiento, 2}^{CSI}$ mediante el gNB, ya sea mediante capas superiores o mediante un formato de DCI que planifica una transmisión de PUSCH

asociada, donde $\beta_{desplazamiento}^{CSI}$ puede establecerse para la carga útil de $O_{CSI,ref}$ y $\beta_{desplazamiento, 2}^{CSI}$ puede establecerse con relación a la carga útil de $O_{CSI,ref}$ o con relación a una carga útil (predeterminada) $O_{CSI} - O_{CSI,ref}$, o con relación a otra carga útil predeterminada. A continuación, un número resultante de símbolos de modulación codificados puede ser el esperado para la carga útil de $O_{CSI,ref}$ (CSI parte 1), por ejemplo para la CQI de clasificación 1 y RI/CRI, y puede ser mayor o menor que lo necesario para la carga útil de $O_{CSI} - O_{CSI,ref}$ (CSI parte 2), por ejemplo para la CQI de clasificación 2 y para PMI (la carga útil $O_{CSI,ref}$ se codifica de manera separada que la $O_{CSI} - O_{CSI,ref}$). Por ejemplo, cuando el UE informa la CQI de clasificación 1 y RI/CRI (CSI parte 1), los recursos de PUSCH reservados para multiplexar una carga útil de $O_{CSI} - O_{CSI,ref}$ (CSI parte 2) no transportan información alguna. En cualquier caso, no hay

corrupción de memoria intermedia de HARQ y no hay consecuencias materiales para la recepción de CSI o para la recepción de datos.

La Figura 18 ilustra una determinación 1800 de ejemplo para un número de símbolos de modulación codificados de CSI basándose en una carga útil de CSI de referencia (CSI parte 1) de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación. Una realización de la determinación 1800 mostrada en la Figura 18 es para ilustración únicamente. Pueden usarse otras realizaciones sin alejarse del alcance de la presente divulgación.

Un UE tiene configurado mediante un gNB una carga útil de CSI de referencia (CSI parte 1), $O_{CSI,ref}$, para que el UE la use en una fórmula para determinar un número de símbolos de modulación codificados de CSI para mapear a las SC de un BW 1810 de transmisión de PUSCH. También es posible que se evite la configuración cuando $O_{CSI,ref}$ está predefinida en una operación de sistema, por ejemplo para que la parte de CSI corresponda a la transmisión de clasificación 1 por célula. El UE detecta un formato de DCI de UL que incluye un campo que indica un valor 1820 de $\beta_{desplazamiento}^{CSI}$. El UE genera una información de CSI con una carga útil de O_{CSI} bits de información para transmitir en el PUSCH 1830. El UE determina un número de símbolos de modulación codificados para la CSI basándose en el valor de $\beta_{desplazamiento}^{CSI}$ indicado y en la carga útil de CSI $O_{CSI,ref}$.

En una realización, para evitar casos de error para multiplexar CSI y datos en un PUSCH que se provocan por la detección de RI incorrecta en un gNB, se define de nuevo una carga útil de CSI de referencia, $O_{CSI,ref}$, en una operación de sistema o está configurada mediante el gNB a un UE. La tasa de UE adapta la transmisión de datos para un número de SC que corresponde a la transmisión de $O_{CSI,ref}$ en un respectivo intervalo. Cuando una carga útil de CSI real O_{CSI} es mayor que $O_{CSI,ref}$, que es cuando hay una CSI parte 2 además de CSI parte 1, el UE determina un número de símbolos modulados codificados de CSI de acuerdo con la transmisión de O_{CSI} bits de información y perfora la transmisión de símbolos de modulación codificados de datos en las SC distintas de las SC que corresponden a la transmisión de $O_{CSI,ref}$ bits de información. Por ejemplo, para $O_{CSI,ref} = 50$ bits y $O_{CSI} = 100$ bits,

cuando se usan $M_{sc}^{CSI,ref}$ SC para transmisión de $O_{CSI,ref}$ bits de información y se usan $M_{sc}^{CSI} > M_{sc}^{CSI,ref}$ SC para transmisión de O_{CSI} bits de información, un UE adapta en tasa una transmisión de símbolos de modulación codificados de datos para las $M_{sc}^{CSI,ref}$ SC y perfora una transmisión de símbolos de modulación codificados de datos para las $M_{sc}^{CSI} - M_{sc}^{CSI,ref}$. Cuando $O_{CSI} \leq O_{CSI,ref}$, el UE mapea la CSI en $M_{sc}^{CSI} \leq M_{sc}^{CSI,ref}$ SC y no usa las $M_{sc}^{CSI,ref} - M_{sc}^{CSI}$ restantes para transmitir símbolos de modulación codificados de datos.

En una realización, para reducir un impacto de los casos de error para multiplexar CSI y datos en un PUSCH que se provocan por la detección incorrecta de RI, una implementación de gNB puede establecer un BLER objetivo para detección de RI, o de manera equivalente para la detección de CSI parte 1, para que sea suficientemente baja para que tales casos de error no tengan un impacto material en la operación global de sistema. Por ejemplo, cuando sea posible, puede establecerse una BLER objetivo de RI/CRI para que se encuentre en el orden del 0,01 % o menor. Para evitar un entendimiento erróneo de una carga útil de CSI (CSI parte 2) en un gNB que afecta a una detección de HARQ-ACK, o RI/CRI, o datos, un UE puede mapear las SC para transmisión de CSI (CSI parte 2) símbolos de modulación codificados después de que el UE mapee las SC para la transmisión de HARQ-ACK o RI/CRI (CSI parte 1), o símbolos de modulación codificados de datos.

De esta manera, cuando un UE mapea CSI en más SC que las esperadas mediante un gNB, no se ve afectada una posición de inicio de símbolos de modulación codificados de datos. Aunque en lugar de símbolos de modulación codificados de datos, el gNB recibe símbolos de modulación codificados de CSI en algunas SC cuando la carga útil de CSI real es mayor que la carga útil de CSI supuesta por el gNB, se evita la corrupción de memoria intermedia completa ya que el UE mapea en primer lugar a las SC los símbolos de modulación codificados de datos y por lo tanto la ubicación de aquellas SC es independiente de las SC a las que mapea el UE los símbolos de modulación codificados de CSI. Cuando un UE mapea CSI en menos SC que las esperadas mediante un gNB, no se ve afectada una posición de inicio de información de datos y el único impacto es alguna SC inutilizada en un PUSCH.

Cuando no hay ambigüedad para un número de SC necesarias para HARQ-ACK, RI/CRI (o CSI parte 1), o transmisión de datos, puede aplicarse cualquier orden de mapeo para estos tipos de información. De otra manera, cuando hay ambigüedad para cualquiera de estos tipos de información, tal como, por ejemplo, para HARQ-ACK, el mapeo de ese tipo de información puede ser el último, incluso después de CSI, ya que HARQ-ACK o RI/CRI (o CSI parte 1) pueden tener una prioridad superior que la de CSI (o CSI parte 2) y pueden sobrescribir las SC usadas para mapear CSI (o CSI parte 2).

Después del mapeo de subportadora de HARQ-ACK, RI/CRI (o CSI parte 1), y datos (y DMRS), puede determinarse el mapeo de subportadora de CSI (o CSI parte 2) como las SC usadas para HARQ-ACK o transmisión de RI/CRI (o CSI parte 1) y no se repite una respectiva descripción por brevedad. Por ejemplo, la multiplexación de CSI es la misma que la multiplexación de HARQ-ACK cuando no hay HARQ-ACK o RI/CRI. Por ejemplo, la multiplexación de

CSI (o CSI parte 2) es la misma que la multiplexación de RI/CRI (o CSI parte 1) cuando hay HARQ-ACK pero no hay RI/CRI en CSI parte 1. Por ejemplo, la multiplexación de CSI es la misma que la multiplexación de RI/CRI (o CSI parte 1) después de HARQ-ACK cuando hay HARQ-ACK y RI/CRI (o CSI parte 1).

La Figura 19 ilustra un primer enfoque 1900 de ejemplo para mapear CSI a subportadoras de una transmisión de PUSCH de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación. Una realización del primer enfoque 1900 mostrada en la Figura 19 es para ilustración únicamente. Pueden usarse otras realizaciones sin alejarse del alcance de la presente divulgación.

Un UE transmite un PUSCH a un gNB en un intervalo a través de catorce símbolos y a través de $M_{sc}^{PUSCH} = 24$ SC.

El UE transmite una DMRS 1910 en un primer símbolo de intervalo a través de $M_{sc}^{PUSCH} = 24$ SC. Después del mapeo de HARQ-ACK 1920 y RI/CRI (o CSI parte 1) 1930 a las SC, el UE mapea datos a las SC 1940. Finalmente, el UE mapea la CSI (o CSI parte 2) a las SC 1950. El UE mapea los símbolos de modulación codificados de CSI (o CSI parte 2) a las SC después de que el UE mapea HARQ-ACK, RI/CRI (o CSI parte 1), y símbolos de modulación codificados de datos a las SC. Cuando el gNB supone una carga útil de CSI menor (CSI parte 2) que una carga útil de CSI real (CSI parte 2) que transmite el UE, el gNB asume que algunas SC, tales como las SC 1952, se usan para transmisión de datos en lugar de transmisión de CSI (CSI parte 2). Sin embargo, a medida que se mapean datos a las SC antes de la CSI (CSI parte 2), la única consecuencia es que el gNB puede recibir símbolos de CSI (CSI parte 2) como símbolos de datos en las SC 1952 mientras que en las restantes SC usadas para multiplexación de datos, el gNB recibe símbolos de datos correctamente. El mapeo similar de símbolos de modulación codificados de CSI (CSI parte 2) a las SC puede aplicarse cuando un mapeo a las SC para HARQ-ACK y RI/CRI (o CSI parte 1) es como en la Figura 13.

La Figura 20 ilustra un segundo enfoque 2000 de ejemplo para mapear CSI a subportadoras de una transmisión de PUSCH de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación. Una realización del segundo enfoque 2000 mostrada en la Figura 20 es para ilustración únicamente. Pueden usarse otras realizaciones sin alejarse del alcance de la presente divulgación.

Un UE transmite a PUSCH a un gNB en un intervalo a través de catorce símbolos y a través de $M_{sc}^{PUSCH} = 24$ SC. El UE transmite una DMRS 2010 en un primer símbolo de intervalo a través de las $M_{sc}^{PUSCH} = 24$ SC. Después del mapeo de HARQ-ACK 2020 y RI/CRI (o CSI parte 1) 2030 a las SC, por ejemplo como en la Figura 15, el UE mapea datos a las SC 2040. Finalmente, el UE mapea CSI (CSI parte 2) a las SC 2050. Se aplican comentarios similares como para la Figura 19 para un caso cuando el gNB y el UE consideran una carga útil de CSI diferente (CSI parte 2).

Cuando la multiplexación de UCI es a través de todos los símbolos de PUSCH disponibles, por ejemplo como en la Figura 17, un mapeo de símbolos de modulación codificados de CSI (CSI parte 2) a las SC de PUSCH es una extensión directa de la de para símbolos de modulación codificados de HARQ-ACK o RI/CRI (CSI parte 1) (un UE mapea en primer lugar HARQ-ACK, RI/CRI, o símbolos de modulación codificados de datos a las SC) y se omite una descripción correspondiente por brevedad.

La UCI está típicamente asociada con una BLER objetivo inferior que la información de datos. Para un receptor dado y demodulación coherente, una BLER depende de una precisión de estimación de canal que a su vez depende de una SINR de DMRS asociada y de una tasa de código y SINR para los símbolos de modulación codificados de UCI. La tasa de código puede reducirse asignando más símbolos de modulación codificados de UCI para una carga útil de UCI dada. La SINR de DMRS se determina mediante la potencia de transmisión de DMRS. Un primer enfoque para aumentar una SINR de DMRS es para que un UE aumente una potencia de transmisión de DMRS con relación a una UCI o potencia de transmisión de datos. Por ejemplo, un formato de DCI de UL puede incluir un campo de desplazamiento de potencia de DMRS para que el UE determine un desplazamiento de potencia para una potencia de transmisión de DMRS con relación a una UCI o información de potencia de transmisión de datos.

Una limitación del primer enfoque es que es principalmente beneficioso para los UE con SINR baja que pueden también estar limitados en potencia. Otra limitación es que un aumento de SINR de DMRS debido a un aumento de potencia de transmisión de DMRS puede cancelarse mediante respectivos aumentos de potencia de transmisión de DMRS desde los UE en células sincrónicas interferentes ya que la DMRS puede ubicarse en un mismo símbolo de intervalo. Un segundo enfoque para aumentar la SINR de DMRS es incluir símbolos de DMRS adicionales y esto puede indicarse mediante un campo de 'DMRS adicional' en un formato de DCI que planifica la transmisión de PUSCH.

Como un objetivo principal de la DMRS adicional es mejorar una BLER de UCI, la DMRS adicional puede estar limitada en las SC donde se transmite la UCI, o en los RB que incluyen las SC donde se transmite la UCI, y no necesitan extenderse a través del BW de transmisión de PUSCH entero. El campo en el formato de DCI puede indicar también si la DMRS adicional se extiende o no a través de la transmisión de BW de PUSCH o únicamente a través de las SC, o RB que incluyen las SC, usadas para el mapeo de símbolos de modulación codificados de UCI.

También es posible que un UE transmita una DMRS adicional cuando se multiplexa la UCI en un PUSCH a través de señalización implícita tal como, por ejemplo, cuando un MCS de datos se encuentra por debajo de un MCS predeterminado o cuando un campo en un formato de DCI de UL indica un valor (o valores) predeterminado para un desplazamiento cíclico de una transmisión de DMRS por defecto (suponiendo que la DMRS por defecto está basada en una secuencia de ZC). Un UE puede transmitir una DMRS adicional en uno o más símbolos de intervalo predeterminados, tales como un símbolo de intervalo medio o uno último, que son parte de la transmisión de PUSCH. Cuando se usa una forma de onda de OFDM para transmisión de PUSCH, la DMRS adicional puede estar limitada en BW y puede multiplexarse con datos en un mismo símbolo de intervalo. Cuando se usa una forma de onda de DFT-S-OFDM para transmisión de PUSCH, la DMRS adicional puede transmitirse a través de todo el BW de PUSCH en un símbolo de intervalo sin multiplexación con los datos en el último símbolo para mantener una propiedad de única portadora para la forma de onda DFT-S-OFDM.

La Figura 21 ilustra una existencia de ejemplo de una DMRS 2100 adicional cuando se multiplexa la UCI en una transmisión de PUSCH de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación. Una realización de la existencia de una DMRS 2100 adicional mostrada en la Figura 21 es para ilustración únicamente. Pueden usarse otras realizaciones sin alejarse del alcance de la presente divulgación.

Un UE transmite un PUSCH en un intervalo y a través de un número de SC (o RB). Una estructura de multiplexación de UCI para mapear símbolos de modulación codificados de UCI a SC no es material y se usa la de la Figura 20 para referencia. El UE transmite una DMRS 2110 por defecto en un primer símbolo de intervalo a través de todas las SC de PUSCH (la transmisión de DMRS por defecto también puede ser en alguna de las SC de PUSCH mientras que aún abarcan la transmisión del BW de PUSCH). El UE determina un conjunto de SC para multiplexación de UCI en el PUSCH y transmite una DMRS adicional, cuando se indica así mediante un formato de DCI de UL asociado o cuando el UE lo determina implícitamente basándose en una regla predefinida, en un símbolo de intervalo 2120.

La DMRS adicional se transmite al menos en las SC donde se mapea la UCI (pero en un símbolo diferente). La DMRS adicional puede transmitirse también a través de un número predeterminado de SC, tal como las SC a través de un número entero de RB, que incluye las SC de UCI. Esto puede ser necesario cuando se construye la DMRS mediante una secuencia de ZC que necesita tener una longitud de un número predeterminado de longitudes tales como 12, 24, y así sucesivamente. Después de que el UE determina si transmitir o no una DMRS adicional, el UE puede continuar mapeando a las SC HARQ-ACK (cuando los hubiera) 2130, RI/CRI (cuando los hubiera) 2140, datos 2150, y símbolos de información codificados de CSI 2160.

Para evitar un vínculo para una determinación de un número de símbolo de modulación codificado de UCI en parámetro de un PUSCH que transporta una transmisión inicial de un TB de datos, tal como un BW de transmisión o una potencia de transmisión, puede determinarse un número de símbolos de modulación codificados de UCI basándose en una transmisión de PUSCH actual y puede direccionarse una variabilidad que es una BLER objetivo entre retransmisiones de HARQ (que incluyen una transmisión inicial) de un TB de datos a través de un campo en un

formato de DCI de UL que transporta un valor de $\beta_{\text{desplazamiento}}^{\text{CSI}}$.

Un UE puede determinar un número de símbolos de modulación codificados por capa Q'_{ACK} para HARQ-ACK como en la ecuación 4

$$Q'_{\text{ACK}} = \left\lceil \frac{O_{\text{ACK}} \cdot M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH}} \cdot N_{\text{símb}}^{\text{PUSCH}} \cdot \beta_{\text{desplazamiento}}^{\text{PUSCH}}}{\sum_{r=0}^{C-1} K_r} \right\rceil \quad (\text{Ecuación 4})$$

donde O_{ACK} es el número de bits de HARQ-ACK, y $M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH}}$ es un BW de transmisión de PUSCH planificado, en número de SC, en el intervalo para el o los TB de datos, y $N_{\text{símb}}^{\text{PUSCH}}$ es un número de símbolos de intervalo disponibles para el o los TB de datos, y $M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH}}$, C y K_r se obtienen desde el formato de DCI de UL transportado en un canal de control de DL. Cuando no hay canal de control de DL para el TB de datos, $M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH}}$, C, y K_r se determinan desde la asignación de SPS más reciente cuando el PUSCH para el TB de datos es SPS o desde la concesión de respuesta de acceso aleatorio para el TB de datos cuando se inicia el PUSCH mediante la concesión de respuesta de acceso aleatorio. Además, C es un número de CB para el TB de datos y K_r es un tamaño de CB r para el TB de datos.

Un UE determina un número de símbolos de modulación codificados por capa $Q'_{RI/CRI}$ para un número de RI/CRI $O_{RI/CRI}$ (o CSI parte 1) bits de información como en la ecuación 5 ($Q_{ACK} = 0$ cuando el UE no transmite HARQ-ACK)

$$Q'_{RI/CRI} = \min \left(\left\lceil \frac{O_{RI/CRI} \cdot M_{sc}^{PUSCH} \cdot N_{símb}^{PUSCH} \cdot \beta_{desplazamiento}^{PUSCH}}{\sum_{r=0}^{C-1} K_r} \right\rceil, M_{sc}^{PUSCH} \cdot N_{símb}^{PUSCH} - Q_{ACK} \right)$$

(Ecuación 5)

- 5 Se asume modulación de QPSK ($Q_m = 2$) para HARQ-ACK y RI/CSI (o CSI parte 1). Cuando se activa un orden de modulación superior $Q_m > 2$, tal como para modulación de QAM, puede escalarse en consecuencia un número de símbolos de información codificados.

Un UE determina un número de símbolos de modulación codificados por capa Q_{csi} para un número de CSI O_{CSI} bits de información como en la ecuación 6

$$Q' = \min \left(\left\lceil \frac{(O + L) \cdot M_{sc}^{PUSCH} \cdot N_{símb}^{PUSCH} \cdot \beta_{desplazamiento}^{PUSCH}}{\sum_{r=0}^{C-1} K_r} \right\rceil, M_{sc}^{PUSCH} \cdot N_{símb}^{PUSCH} - \frac{Q_{RI}}{Q_m} - \frac{Q_{ACK}}{Q_m} \right)$$

(Ecuación 6)

- 10 donde L es el número de bits de CRC y $Q_{CQI} = Q_m Q'$. Cuando el UE no transmite HARQ-ACK, $Q_{ACK} = 0$. Cuando el UE no transmite RI/CRI, o cuando el UE codifica conjuntamente RI/CRI con CSI (CSI parte 1), $Q_{RI/CRI} = 0$.

Un número de bits disponibles para una transmisión de TB de datos a través de N_L capas es

$$G = N_L \cdot \left(N_{símb}^{PUSCH} \cdot M_{sc}^{PUSCH} \cdot Q_m - Q_{CQI} - Q_{RI/CRI} - Q_{ACK} \right)$$

- 15 Para mejorar un dimensionamiento para símbolos de modulación codificados de HARQ-ACK o RI/CRI (o CSI parte 1) en una transmisión de PUSCH que incluye CSI (o CSI parte 2) y no incluye datos, la presente divulgación considera que un formato de DCI de UL asociado proporciona, ya sea explícita o implícitamente, un MCS para la transmisión de CSI. Un conjunto de MCS para transmisión únicamente de CSI puede ser un subconjunto de un conjunto de MCS para transmisión de datos, por ejemplo, no incluyendo modulación de QAM64 o QAM256 o no incluyendo ciertos valores de tasa de código (eficacia espectral). Cuando no se soportan modulaciones de orden superior, tales como 64QAM o 256QAM, para la UCI entonces, cuando se multiplexa UCI con datos en un PUSCH, la UCI se transmite con una misma modulación como los datos a menos que un orden de modulación para los datos sea superior que un orden de modulación máximo soportable para la UCI y a continuación la UCI se transmite con una modulación que corresponde al orden más alto soportable para la UCI.

- 25 Una indicación explícita en un formato de DCI de UL para planificar una transmisión de PUSCH que incluye únicamente UCI (y no incluye datos) puede ser a través de un campo de "UCI-únicamente" que incluye un bit que indica si un UE puede transmitir o no datos en un PUSCH cuando activa el UE una información de CSI mediante el formato de DCI de UL a través de un campo de solicitud de A-CSI. Puede proporcionarse de manera alternativa una indicación explícita que incluye un componente "UCI-únicamente" en algunos de los otros estados a los que se mapean los valores del campo de solicitud de A-CSI.

- 30 Puede proporcionarse una indicación implícita reservando un valor de otro campo en un formato de DCI de UL para indicar, en conjunto con una indicación positiva del campo de solicitud de A-CSI, que únicamente ha de transmitirse la UCI en un PUSCH asociado. Por ejemplo, cuando la DMRS transmitida en un PUSCH está basada en una transmisión de una secuencia de ZC y se usa un campo en un formato de DCI de UL para indicar un valor de desplazamiento cíclico para la secuencia ZC, puede reservarse un valor del campo para indicar también que únicamente ha de transmitirse la UCI en un PUSCH planificado.

35 Cuando se indica un UE que mediante un formato de DCI de UL que una transmisión de PUSCH asociada ha de incluir únicamente UCI (al menos A-CSI), un campo de MCS en el formato de DCI de UL puede corresponder a un

MCS para la transmisión de A-CSI. Basándose en el valor de MCS indicado, el UE puede determinar un número de bits de CSI O_{CSI} para que el UE los use al determinar un número de símbolos de modulación codificados de HARQ-ACK como en la ecuación 7, un número de símbolos de modulación codificados de RI/CRI (o CSI parte 1) como en la ecuación 8 y un número de símbolos de modulación codificados de CSI (o CSI parte 2) como en la ecuación 9

$$Q'_{ACK} = \min \left(\left\lceil \frac{O_{ACK} \cdot M_{sc}^{PUSCH} \cdot N_{symb}^{PUSCH} \cdot \beta_{desplazamiento}^{PUSCH}}{O_{CSI}} \right\rceil, M_{sc}^{PUSCH} \cdot N_{symb}^{PUSCH} \right)$$

(Ecuación 7)

$$Q'_{RI/CRI} = \min \left(\left\lceil \frac{O_{RI/CRI} \cdot M_{sc}^{PUSCH} \cdot N_{symb}^{PUSCH} \cdot \beta_{desplazamiento}^{PUSCH}}{O_{CSI}} \right\rceil, M_{sc}^{PUSCH} \cdot N_{symb}^{PUSCH} - Q_{ACK} \right)$$

(Ecuación 8)

$$Q_{CSI} = \max \left(0, M_{sc}^{PUSCH} \cdot N_{symb}^{PUSCH} \cdot Q_m - Q_{ACK} - Q_{RI/CRI} \right) \quad \text{(Ecuación 9)}$$

Para HARQ-ACK, $Q_{ACK} = Q_m \cdot Q'_{ACK}$ y $\beta_{desplazamiento}^{PUSCH} = \beta_{desplazamiento}^{HARQ-ACK} / \beta_{desplazamiento}^{CSI}$. Para RI/CSI, $Q_{RI/CRI} = Q_m \cdot Q'_{RI/CRI}$
 $\beta_{desplazamiento}^{PUSCH} = \beta_{desplazamiento}^{RI/CRI} / \beta_{desplazamiento}^{CSI}$

Ya que un UE determina una carga útil de CSI (CSI parte 2) de acuerdo con un valor de RI/CSI que el UE transmite a un gNB antes de o simultáneamente con la transmisión de CSI (CSI parte 2), puede haber una ambigüedad entre el gNB y el UE cuando el gNB falla al detectar correctamente el valor de RI. Por ejemplo, una carga útil de CSI (CSI parte 2) es típicamente mayor que cuando una clasificación asociada es mayor. Un gNB puede intentar detectar una palabra de código de CSI (CSI parte 2) de acuerdo con más de una hipótesis para una carga útil asociada. Por ejemplo, cuando el gNB falla al detectar una palabra de código de CSI (CSI parte 2) de acuerdo con una carga útil determinada desde un último valor detectado para RI, el gNB puede decodificar de nuevo la palabra de código de CSI (CSI parte 2) suponiendo un valor de RI diferente que corresponde a una carga útil de CSI diferente (CSI parte 2). Sin embargo, cuando la RI o CSI corresponde a múltiples células, o a múltiples procedimientos de CSI, o a múltiples conjuntos de CSI, un número de correspondientes hipótesis aumenta debido a las combinaciones aumentadas para una posible carga útil de CSI (CSI parte 2).

Cuando un gNB asume incorrectamente una carga útil de CSI (CSI parte 2), el gNB también asume incorrectamente un número de SC en un PUSCH que usa un UE para transmisión de CSI (CSI parte 2) y en consecuencia un número de SC que el UE usa para transmisión de datos. A continuación, el gNB puede incluir símbolos de modulación codificados de CSI (CSI parte 2) como símbolos de modulación codificados de datos que conducen a corrupción de memoria intermedia flexible para los datos, especialmente cuando una posición de inicio de símbolos de modulación codificados de datos varía dependiendo de un número de símbolos de modulación codificados de CSI (CSI parte 2). Por lo tanto, es beneficioso proporcionar medios para que un gNB determine si el gNB detecta o no correctamente un valor de RI (o detecta correctamente CSI parte 1). Tales medios están típicamente asociados con una inclusión de una comprobación de redundancia cíclica (CRC) en una palabra de código de información antes de la codificación.

Aunque una comprobación de CRC después de la codificación es una manera eficaz para confirmar una detección incorrecta o correcta de una palabra de código de información asociada, un procedimiento de codificación asociado tal como un código convolucional de bits de cola (TBCC) o un código polar es eficaz únicamente cuando una carga útil para la palabra de código de información es suficientemente grande, tal como, por ejemplo, más de diez bits. Sin embargo, incluso cuando un UE informa RI (o CSI parte 1) para múltiples células, una carga útil de RI total (o CSI parte 1) a menudo son diez bits o menos y esto limita la aplicabilidad de procedimientos de codificación que pueden utilizar protección de CRC para confirmar un resultado de decodificación correcta o incorrecta para una palabra de código de información.

Un UE puede informar también información de HARQ-ACK para múltiples CB de un TB, o para múltiples células de DL donde el UE está configurado para recibir transmisiones de PDSCH, o para múltiples intervalos donde el UE está configurado para recibir transmisiones de PDSCH. Como consecuencia, una palabra de código de información de

HARQ-ACK puede incluir varias decenas o incluso varias centenas de bits para respectivas recepciones de CB o TB a través de las células o a través de los intervalos. Una detección incorrecta de una palabra de código de información de HARQ-ACK mediante un gNB puede requerir la replanificación y retransmisión de todos los CB de datos. Incluso cuando se establece una BLER objetivo baja para una palabra de código de información de HARQ-ACK, debido a errores en la adaptación de enlace, o debido a variaciones de canal tales como el desvanecimiento a corto plazo, o debido a errores de control de potencia de transmisión, a menudo puede ocurrir en la práctica que una BLER real para una palabra de código de HARQ-ACK sea materialmente mayor que una BLER objetivo.

Por lo tanto, en lugar de que un gNB retransmita todos los PDCCH y PDSCH para replanificar retransmisiones de CB de datos a un UE cuando el gNB detecta incorrectamente una palabra de código de información de HARQ-ACK, es beneficioso que el gNB active una retransmisión de palabra de código de información de HARQ-ACK desde el UE ya que esto puede evitar una pérdida de eficacia espectral de DL y de rendimiento y un aumento en una latencia de comunicación promedio que están asociados con tal replanificación.

Cuando un UE multiplexa UCI en una transmisión de PUSCH, puede conseguirse una BLER objetivo para la palabra de código de UCI en un gNB mediante el gNB que asigna un número suficiente de SC en el PUSCH para multiplexación de UCI. Aunque este es típicamente un enfoque funcional, puede requerir ocasionalmente un gran número de SC para transmisión de UCI, por ejemplo cuando una carga útil de UCI es grande, y no es siempre posible aumentar una asignación de BW para una transmisión de PUSCH ya que esto puede dar como resultado limitación de potencia para el UE. Por lo tanto, puede ser beneficioso contener un número de SC asignadas a la multiplexación de UCI en una transmisión de PUSCH para evitar una tasa de código alta para transmisión de información de datos usando OFDM puesto que una respectiva BLER de datos puede aumentar materialmente, por ejemplo cuando la tasa de código se encuentra por encima de 0,6 particularmente para una modulación de datos basada en QAM.

Ya que una tasa de código de UCI es típicamente suficientemente baja incluso cuando un número asignado de SC es menor que uno nominal para conseguir una BLER objetivo, puede conseguirse aún la BLER de UCI objetivo aumentando una potencia de transmisión de UCI. A continuación, para mantener una misma potencia de transmisión total por símbolo de PUSCH, se reduce una potencia de transmisión para información de datos. Sin embargo, ya que están disponibles más SC para multiplexar información de datos en la transmisión de PUSCH, puede mantenerse una tasa de código suficientemente baja para la información de datos que conduce a una BLER de datos mejorada a pesar de la potencia de transmisión inferior para los símbolos de modulación codificados de datos.

Un gNB puede planificar una transmisión de PUSCH desde un UE para que ocurra a través de múltiples intervalos. La transmisión de PUSCH puede transportar un mismo TB de datos en todos los múltiples intervalos o puede transportar un TB de datos diferente en cada uno de los múltiples intervalos. Cuando el UE multiplexa UCI en la transmisión de PUSCH, la multiplexación puede tener lugar únicamente en un intervalo, tal como un primer intervalo, por ejemplo cuando cada intervalo transporta un TB de datos diferente, o a través de todos los múltiples intervalos por ejemplo cuando todos los múltiples intervalos transportan un mismo TB de datos. Cuando un formato de DCI de UL que planifica una transmisión de PUSCH en múltiples intervalos indica un mismo MCS para transmisión de datos en cada uno de los múltiples intervalos y el PUSCH en cada uno de los múltiples intervalos transporta un TB de datos diferente y usa una misma potencia de transmisión en cada uno de los múltiples intervalos, una fiabilidad de recepción para un TB de datos depende de si multiplexa o no la UCI en el PUSCH. Puede ser por lo tanto beneficioso tener un ajuste diferente para parámetros de una transmisión de PUSCH de múltiples intervalos en intervalos con multiplexación de UCI que en intervalos sin multiplexación de UCI.

En algunas realizaciones, existe una necesidad de soportar codificación de cargas útiles de UCI que son menores o iguales a un valor predeterminado usando un procedimiento de codificación que es aplicable a cargas útiles de UCI por encima del valor predeterminado.

En algunas realizaciones, existe otra necesidad para posibilitar que un gNB planifique una retransmisión de una palabra de código de HARQ-ACK desde un UE.

En algunas realizaciones, hay otra necesidad para posibilitar la transmisión de información de HARQ-ACK por grupo de bloques de código.

En algunas realizaciones, existe una necesidad de aplicar un ajuste diferente para parámetros de una transmisión de PUSCH desde un UE en intervalos con multiplexación de UCI o SRS que en intervalos sin multiplexación de UCI o SRS.

A continuación, por brevedad, se supone que ha de transmitirse información de datos usando un TB de datos que puede incluir uno o más CB de datos. La descripción de las realizaciones asociadas pueden extenderse directamente en caso de que se soporte más de un TB de datos. Además, un formato de DCI que planifica una transmisión de PUSCH se denomina como formato de DCI de UL mientras que un formato de DCI que planifica una transmisión de PDSCH se denomina como formato de DCI de DL.

En algunas realizaciones, se considera el mapeo de un número pequeño de bits de información a una palabra de código que tiene un número mayor de bits de información para posibilitar el cálculo de una CRC que está anexada a

la palabra de código y para posibilitar una determinación en un receptor de una detección correcta o incorrecta de la palabra de código.

Un número de bits de información originales, tal como menos de doce bits de información para HARQ-ACK o RI/CRI (CSI parte 1), se mapean a una palabra de código que tiene un número mayor predeterminado de bits de información, tal como doce bits de información. Se obtiene posteriormente una CRC para la palabra de código, la CRC se anexa a la palabra de código, y la salida se codifica a continuación usando por ejemplo un TBCC o un código polar. Usando protección de CRC para una palabra de código de HARQ-ACK o RI/CRI (CSI parte 1) también posibilita la operación con BLER superiores para la palabra de código y la planificación de retransmisiones para la palabra de código como se describe en la siguiente realización de esta divulgación.

Un mapeo de bits de información original a una palabra de código no es material pero un mapeo de ejemplo puede ser como sigue. Para I_o bits de información originales y $I_{CW} > I_o$ bits de información de palabra de código, los primeros I_o bits de información de palabra de código pueden ser los I_o bits de información originales y los restantes $I_{CW} - I_o$ bits de información de palabra de código pueden tener valores predeterminados tales como (binario) cero, o uno, o una serie de ceros y unos alternos. También es posible que los I_o bits de información originales sean los últimos I_o bits de información de palabra de código, por ejemplo ya que la precisión de decodificación para códigos polares puede mejorar cuando los primeros $I_{CW} - I_o$ bits de información de palabra de código tienen valor conocido, o distribuirse dentro de los I_{CW} bits de información de palabra de código. Se calcula una CRC de longitud L , tal como por ejemplo $L = 8$, para la palabra de código de longitud I_{CW} y se anexa a la palabra de código para producir un número total de $I_{CW} + L$ bits.

Incluso aunque se transmite un número mayor de bits que los I_o bits de información originales, un aumento de sobrecarga resultante es menor que un factor de $(I_{CW} + L)/I_o$ ya que un esquema de codificación asociado, tal como codificación de TBCC o polar, proporciona ganancias de codificación a través de la codificación de repetición o la codificación de bloque, que se usaría de otra manera para los I_o bits de información originales, y ya que una BLER objetivo para los $I_{CW} + L$ bits, tal como el 1 %, puede ser materialmente menor que una BLER objetivo para los I_o bits de información originales, tal como el 0,01 %, puesto que los primeros están protegidos por CRC y puede identificarse una detección incorrecta.

La Figura 22 ilustra un procedimiento 2200 de mapeo y codificación de ejemplo para una carga útil de información original a través de una utilización de una palabra de código con longitud mayor que la carga útil de información original de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación. Una realización del procedimiento 2200 de mapeo y codificación mostrado en la Figura 22 es para ilustración únicamente. Pueden usarse otras realizaciones sin alejarse del alcance de la presente divulgación.

Un UE genera los I_o bits de información originales, por ejemplo para información de HARQ-ACK o RI/CRI (CSI parte 1) 2210. El UE anexa $I_{CW} - I_o$ bits con valores predeterminados a los I_o bits de información originales (también es posible tener una combinación diferente para los I_o y los $I_{CW} - I_o$ bits) para formar una palabra de código de I_{CW} bits 2220. El UE calcula una CRC de L bits 2230 para la palabra de código de I_{CW} bits y anexa los L bits a los I_{CW} bits 2240. Un codificador 2250, tal como un TBCC o un codificador local, codifica posteriormente los $I_{CW} + L$ bits, un modulador 2260 modula los bits codificados, un mapeador 2270 de SC mapea símbolos de modulación codificados a SC y un transmisor 2280 transmite la señal resultante.

La Figura 23 ilustra un procedimiento 2300 de decodificación y desmapeo de ejemplo para una carga útil de información original a través de una utilización de una palabra de código con longitud mayor que la carga útil de información original de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación. Una realización del procedimiento 2300 de decodificación y desmapeo mostrado en la Figura 23 es para ilustración únicamente. Pueden usarse otras realizaciones sin alejarse del alcance de la presente divulgación.

Un receptor 2310 de gNB recibe una señal, un desmapeador 2320 desmapea símbolos de modulación codificados, un demodulador 2330 demodula los símbolos recibidos modulados para proporcionar bits de información codificados, y un decodificador 2340 decodifica los bits codificados de información para proporcionar $I_{CW} + L$ bits de palabra de código estimados y bits de CRC. Una unidad 2350 de extracción de CRC extrae I_{CW} bits para una palabra de código y L bits para una CRC. Los I_{CW} bits se proporcionan a una unidad (controlador) de extracción de información 2370 que a continuación extrae I_o bits 2380 de información originales. El receptor puede determinar si la palabra de código se decodificó correctamente o no realizando una comprobación de CRC 2390 o examinando los valores para los $I_{CW} - I_o$ bits 2395. Cuando la comprobación de CRC es positiva o los valores de los $I_{CW} - I_o$ bits son los predeterminados, el receptor puede considerar los I_o bits como válidos; de otra manera, el receptor puede considerar los I_o bits como inválidos.

Cuando un valor de I_o es suficientemente menor que un valor de I_{CW} , tal como $I_o = 2$ y $I_{CW} = 12$, es posible evitar incluir bits de CRC adicionales en una palabra de código codificada ya que hay $I_{CW} - I_o = 10$ bits con valores predeterminados para que un receptor compruebe para determinar si el receptor decodificó o no correctamente la palabra de código de I_{CW} bits. Por ejemplo, cuando una decodificación es realmente incorrecta y los errores de bits son aleatorios, una probabilidad de que los $I_{CW} - I_o$ bits decodificados sean los mismos que los $I_{CW} - I_o$ bits predeterminados es $1/2^{(I_{CW}-I_o)}$ o, para $I_{CW}-I_o = 10$, $1/1024$. Para una BLER de palabra de código relativamente

pequeña, tal como el 1 %, una protección adicional proporcionada comprobando los valores de los $I_{CW}-I_0$ bits decodificados contra valores predeterminados de los $I_{CW}-I_0$ bits es suficiente ya que la BLER de palabra de código relativamente pequeña escala adicionalmente una decisión de receptor incorrecta en un factor de $1/2^{(I_{CW}-I_0)}$. Cuando un valor de I_0 no es suficientemente menor que un valor de I_{CW} , tal como por ejemplo $I_0 = 8$ y $I_{CW} = 12$, pueden añadirse bits de CRC a una palabra de código codificada. Un número de bits de CRC puede determinarse, tal como $L = 8$, o puede depender del valor de $I_{CW}-I_0$ tal como, por ejemplo, $L=4$ para $3 < I_{CW}-I_0 \leq 7$ y $L = 8$ para $0 < I_{CW}-I_0 \leq 3$ (y $L = 0$ para $7 < I_{CW}-I_0 \leq 11$).

En algunas realizaciones, se consideran transmisiones de planificación mediante un gNB para una o más palabras de código de HARQ-ACK desde un UE.

Un primer aspecto para planificar una transmisión de una palabra de código de HARQ-ACK es definir la señalización para indicar tal planificación desde un gNB a un UE. La señalización puede ser explícita o implícita. Por ejemplo, la señalización explícita puede ser incluyendo un campo de "solicitud de informe de HARQ-ACK" en cualquiera o ambos de formatos de DCI de DL y formatos de DCI de UL que un UE está configurado para decodificar. Cuando un tamaño de palabra de código de HARQ-ACK está predeterminado, tal como uno que corresponde a HARQ-ACK para todos los procedimientos de HARQ, el campo "informe de HARQ-ACK" puede incluir 1 elemento binario donde, por ejemplo, un UE transmite una palabra de código de HARQ-ACK cuando el valor de campo de "solicitud de informe de HARQ-ACK" es "0" y el UE no transmite una palabra de código de HARQ-ACK cuando el valor de campo de "solicitud de informe de HARQ-ACK" es "1". La señalización implícita puede ser invirtiendo un estado de otro campo en un formato de DCI para indicar la planificación de una palabra de código de HARQ-ACK. Por ejemplo, cuando las transmisiones de DMRS usan una secuencia de ZC, un campo en un formato de DCI que indica un valor de desplazamiento cíclico puede tener un valor reservado para indicar la planificación de una palabra de código de HARQ-ACK y en ese caso el valor de desplazamiento cíclico puede ser uno por defecto tal como cero.

Cuando es necesaria una granularidad aumentada para un número de procedimientos de HARQ con la generación de información de HARQ-ACK, el campo de "solicitud de informe de HARQ-ACK" puede tener un número mayor de bits, tal como dos bits, donde un estado "00" puede indicar la no transmisión de una palabra de código de HARQ-ACK, y un estado "01", "10", u "11" puede indicar respectivamente transmisión de un primer conjunto, un segundo conjunto o un tercer conjunto de procedimientos de HARQ para la célula de servicio asociados con las transmisiones de formato de DCI. El primer, segundo y tercer conjuntos pueden estar configurados para el UE mediante un gNB de servicio a través de señalización de capa superior. Cuando un UE está configurado para operar con agregación de portadora de DL, los procedimientos de HARQ pueden ser los asociados con una célula de una transmisión de PDSCH planificada desde un formato de DCI de DL que incluye el campo de "solicitud de informe de HARQ-ACK".

Un segundo aspecto es planificar la retransmisión de una palabra de código de HARQ-ACK. Una palabra de código de HARQ-ACK planificada para la transmisión desde un UE es la misma que una palabra de código de HARQ-ACK que el UE transmitió en un intervalo anterior. Un intervalo anterior más anterior puede definirse en una operación de sistema, tal como, por ejemplo, para que sea el intervalo que es dos intervalos anterior al intervalo de la planificación de palabra de código de HARQ-ACK, o puede estar configurado desde un gNB a un UE. A continuación, una transmisión de una palabra de código de HARQ-ACK es una retransmisión de una misma palabra de código de HARQ-ACK con mismos contenidos que en una transmisión inicial de la palabra de código de HARQ-ACK. Esto puede posibilitar que un gNB aplique combinación flexible en los símbolos de palabra de código de HARQ-ACK codificados antes de la decodificación, similar a que el gNB aplique combinación flexible para retransmisiones de HARQ de información de datos codificados.

Un formato de DCI puede incluir un campo de "indicador de palabra de código de HARQ-ACK" para indicar una palabra de código de HARQ-ACK, desde un número de palabras de código de HARQ-ACK, que un UE transmitió en intervalos anteriores. Por ejemplo, un campo de "indicador de palabra de código de HARQ-ACK" puede incluir dos bits donde un valor de "00", "01", "10", y "11" puede indicar respectivamente una retransmisión de una cuarta última, o tercera última, o segunda última o última palabra de código de HARQ-ACK transmitida mediante un UE. También es posible que un campo de "indicador de palabra de código de HARQ-ACK" indique transmisión de múltiples palabras de código de HARQ-ACK. Por ejemplo, un campo de "indicador de palabra de código de HARQ-ACK" puede incluir dos bits donde un valor de "00", "01", "10", y "11" puede indicar respectivamente una retransmisión de una tercera última, o una segunda última, o una última, o todas de la tercera última, segunda última y última palabras de código de HARQ-ACK transmitidas mediante un UE. Para posibilitar la combinación flexible en un gNB con transmisiones anteriores para una palabra de código de HARQ-ACK, cuando un UE transmite simultáneamente múltiples palabras de código de HARQ-ACK, el UE codifica de manera separada las múltiples palabras de código de HARQ-ACK.

Un campo de "indicador de palabra de código de HARQ-ACK" puede actuar también como un campo de "informe de HARQ-ACK" reservando un estado para indicar la no activación de una transmisión de palabra de código de HARQ-ACK. Por ejemplo, un campo de "indicador de palabra de código de HARQ-ACK" puede incluir dos bits donde un valor de "01", "10", y "11" puede indicar respectivamente una retransmisión de una tercera última, o segunda última, o última palabra de código de HARQ-ACK transmitida mediante un UE mientras que un valor de "00" puede indicar ninguna retransmisión de una palabra de código de HARQ-ACK. Pueden reservarse más estados cuando una palabra de código de HARQ-ACK no incluye siempre información de HARQ-ACK para todos los procedimientos de

HARQ. Cuando un campo de "indicador de palabra de código de HARQ-ACK" está incluido en un formato de DCI de UL, el UE puede multiplexar la palabra de código de HARQ-ACK en una transmisión de PUSCH asociada. La transmisión de PUSCH puede incluir un TB de datos o no incluir un TB de datos y una respectiva indicación puede ser explícita, a través de un correspondiente campo en un formato de DCI de UL, o implícita usando valores predeterminados para uno o más campos predeterminados en el formato de DCI de UL.

Por ejemplo, cuando un campo de "informe de HARQ-ACK" está incluido en un formato de DCI de UL, el campo de "informe de HARQ-ACK" puede actuar como un indicador explícito que una transmisión de PUSCH asociada que no incluye información de datos. A la inversa, puede omitirse un campo de "indicador de palabra de código de HARQ-ACK" adicional en un formato de DCI de DL o un formato de DCI de UL cuando el formato de DCI de DL o el formato de DCI de UL no planifica la transmisión de datos desde el UE cuando un campo de "informe de HARQ-ACK" indica una transmisión de palabra de código de HARQ-ACK. A continuación, uno o más de los otros campos existentes en el formato de DCI de DL o el formato de DCI de UL, tal como por ejemplo un campo de número de procedimiento de HARQ, pueden reinterpretarse y funcionar como un campo de "indicador de palabra de código de HARQ-ACK".

La Figura 24 ilustra una planificación 2400 de ejemplo para una retransmisión de palabra de código de HARQ-ACK de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación. Una realización de la planificación 2400 mostrada en la Figura 24 es para ilustración únicamente. Pueden usarse otras realizaciones sin alejarse del alcance de la presente divulgación.

Un UE detecta un formato de DCI con valor de "indicador de palabra de código de HARQ-ACK" que indica retransmisión de una palabra de código de HARQ-ACK transmitida en un segundo último intervalo 2410. Incluso aunque el UE transmita una palabra de código de HARQ-ACK en los intervalos 0 2420, 2 2422, 4 2424, y 6 926, el segundo último intervalo es el intervalo 2, y no el intervalo 4, puesto que el intervalo 6 no se encuentra al menos dos intervalos (especificados en una operación de sistema de configurada para el UE) antes del intervalo 7 2418 donde el UE detecta el formato de DCI. Tras la detección del formato de DCI, el UE retransmite en un intervalo posterior a la palabra de código de HARQ-ACK que transmitió el UE en el segundo último intervalo (intervalo 2) 2430.

Un tercer aspecto para planificar una transmisión de una palabra de código de HARQ-ACK desde un UE es para definir respectiva temporización y recursos de transmisión. Cuando se activa una transmisión de una palabra de código de HARQ-ACK mediante un formato de DCI de UL, con o sin información de datos multiplexados, la temporización de transmisión y los recursos para la palabra de código de HARQ-ACK son los que indica el formato de DCI de UL para una transmisión de PUSCH. Cuando se activa una transmisión de una palabra de código de HARQ-ACK mediante un formato de DCI de DL, los campos del formato de DCI de DL que indican temporización de transmisión y recursos asociados pueden reinterpretarse mediante el UE para actuar como correspondientes campos de un formato de DCI de UL. Cuando un campo de temporización de transmisión o un campo de asignación de recursos en un formato de DCI de DL no es idéntico como un respectivo campo en un formato de DCI de UL, pueden realizarse ajustes adicionales reduciendo un número de bits para el campo o aumentando un número de bits para el campo usando los bits de otros campos en el formato de DCI de DL que no son necesarios para una transmisión de palabra de código de HARQ-ACK.

En algunas realizaciones, se consideran los mecanismos de señalización para activar el soporte para información de HARQ-ACK que corresponden a la detección correcta o incorrecta de grupos de bloques de código de acuerdo con esta divulgación.

La información de HARQ-ACK puede dimensionarse con granularidad más precisa que por TB y puede corresponder a un grupo de CB de datos en un TB de datos para un respectivo procedimiento de HARQ.

En un ejemplo, puede determinarse un número de (datos) CB por (datos) TB, N_{CB}^{TB} , como $N_{CB}^{TB} = \lceil TBS/CBS_{m\acute{a}x} \rceil$ donde TBS es el tamaño de TB en bits y $CBS_{m\acute{a}x}$ es un tamaño de CB máximo predeterminado en bits. Un número máximo de CB por grupo de CB (grupo de CB o CBG), N_{CB}^{CBG} puede configurarse a un UE mediante un gNB. Como un tamaño de TB puede variar para transmisiones de PDSCH en diferentes intervalos o diferentes células, un número de CBG por TB puede variar también y en consecuencia un número de bits de información de HARQ-ACK por TB puede variar también.

Puede determinarse un número de bits de información de HARQ-ACK por TB como $N_{HARQ-ACK}^{TB} = \lceil N_{CB}^{TB}/N_{CB}^{CBG} \rceil$.

Por ejemplo, para configuración de $N_{CB}^{CBG} = 4$ CB por CBG, un primer TB incluye $N_{CB}^{TB} = 8$ CB y la información de

HARQ-ACK corresponde a $N_{HARQ-ACK}^{TB} = \lceil N_{CB}^{TB}/N_{CB}^{CBG} \rceil = 2$ CBG, mientras que un segundo TB incluye $N_{CB}^{TB} = 2$ y

se proporciona información de HARQ-ACK para un $N_{HARQ-ACK}^{TB} = \lceil N_{CB}^{TB}/N_{CB}^{CBG} \rceil = 1$ CBG (para el segundo TB,

hay menos que $N_{CB}^{CBG} = 4$ CB por CBG ya que hay únicamente 2 CB en el TB) (por lo tanto, se reduce el número de bits de HARQ-ACK cuando el número de CB es menor que el número de CB por CBG). Ya que diferentes TB pueden estar asociados con diferentes procedimientos de HARQ y pueden incluir un número diferente de CBG, cada procedimiento de HARQ para un respectivo TB puede estar asociado con un número diferente de bits de información de HARQ-ACK que es igual a un número de CBG en el TB.

Un UE puede determinar una longitud de palabra de código de HARQ-ACK explícitamente, mediante respectiva señalización desde un gNB, o implícitamente mediante otra señalización desde el gNB. Para señalización explícita,

el gNB puede configurar el UE con una longitud de palabra de código de HARQ-ACK que incluye $N_{HARQ-ACK}^{CW}$ bits de información de HARQ-ACK. La configuración puede ser mediante señalización de capa superior o a través de un campo de "longitud de palabra de código de HARQ-ACK" en un formato de DCI. Por ejemplo, un campo de "longitud de palabra de código de HARQ-ACK" de 2 bits puede indicar una longitud de palabra de código de HARQ-ACK de 1, 2, 4 u 8. Una configuración para una longitud de palabra de código de HARQ-ACK es equivalente a una configuración para un número de CBG. Para un UE configurado con CA de DL, una longitud de palabra de código de HARQ-ACK puede escalarse mediante un número de células de DL configuradas o puede configurarse de manera separada por célula de DL. Un UE inicializa una palabra de código de HARQ-ACK con valores de 'NACK', tales como ceros binarios, y rellena posteriormente la palabra de código de HARQ-ACK con valores de HARQ-ACK reales basándose en resultados de decodificación para los CB de datos. Por lo tanto, para una única célula, cuando

$N_{CB}^{TB} < N_{HARQ-ACK}^{CW}$, los $N_{HARQ-ACK}^{CW} - N_{CB}^{TB}$ bits tienen un valor de 'NACK'.

Para señalización implícita, un UE determina una longitud de palabra de código de HARQ-ACK después de una detección de un formato de DCI de DL. El formato de DCI de DL puede incluir un campo de "contador de CBG" que indica un número de un CBG donde un número de CBG aumenta secuencialmente en primer lugar dentro de un TB y a continuación a través de los TB basándose en un orden ascendente de un índice de intervalo de un índice de célula de DL asociado con una transmisión de un TB. Ya que puede haber múltiples CBG por TB y ya que un UE puede fallar al detectar un número de formatos de DCI de DL que planifican transmisiones de TB en los intervalos o células de DL con índices consecutivos entonces, para que un UE pueda identificar tal evento, el campo de contador de CBG necesita tener un intervalo que pueda identificar de manera no ambigua un número predeterminado de CBG que un UE falló al recibir para que el UE determine una disposición apropiada de bits de Información de HARQ-ACK en una palabra de código de HARQ-ACK.

En otro ejemplo, un gNB puede configurar a un UE un número máximo de CBG por TB, o de manera equivalente un

número máximo $N_{HARQ-ACK}^{TB, \text{máx}}$ de bits de información de HARQ-ACK por TB ($N_{HARQ-ACK}^{TB, \text{máx}} = N_{HARQ-ACK}^{CW}$ en caso de un intervalo). La configuración de $N_{HARQ-ACK}^{TB, \text{máx}}$ puede ser separada por célula. A continuación, el campo de contador de CBG requiere $\left\lceil \log_2 \left(N_{DCI}^{\text{Detección incorrecta}} \cdot N_{HARQ-ACK}^{TB, \text{máx}} \right) \right\rceil$ bits para posibilitar que un UE determine una disposición apropiada de bits de información de HARQ-ACK en una palabra de código de HARQ-ACK cuando el UE falla al detectar hasta $N_{DCI}^{\text{Detección incorrecta}}$ formatos de DCI que planifican transmisiones de TAMBIÉN en intervalos o células de DL con

consecutivos índices. El valor de $N_{HARQ-ACK}^{TB, \text{máx}}$ (número de CBG por TB) puede configurarse a un UE mediante capas superiores o puede especificarse en una operación de sistema. Ya que un gNB es poco probable que requiera el

número máximo $N_{HARQ-ACK}^{TB, \text{máx}}$ de bits de información de HARQ-ACK por TB para los $N_{DCI}^{\text{Detección incorrecta}}$ TB planificados en intervalos o células de DL con índices consecutivos, el índice de contador de CBG puede identificar un máximo

estadístico de CBG, $N_{HARQ-ACK}^{\text{serie TBs, máx}}$, en múltiples TB planificados en intervalos o células de DL con índices

consecutivos y requerir $\left\lceil \log_2 \left(N_{HARQ-ACK}^{\text{serie TBs, máx}} \right) \right\rceil$ bits. Un gNB puede configurar a un UE el número de $\left\lceil \log_2 \left(N_{HARQ-ACK}^{\text{serie TBs, máx}} \right) \right\rceil$ bits para que esté incluido en formatos de DCI.

Independientemente de un enfoque para determinar un número de bits para el contador de CBG, este número de bits necesita ser mayor que un número de bits en un campo de índice de asignación de DL (DAI) usado para

identificar $N_{DCI}^{\text{detección incorrecta}}$ formatos de DCI cuando se proporciona información de HARQ-ACK por TB y no

por CBG. Por ejemplo, para $N_{DCI}^{\text{detección incorrecta}} = 4$ y $N_{HARQ-ACK}^{TB, \text{máx}} = 8$, un campo de DAI requiere dos bits mientras que

un campo de índice de contador de CBG requiere $\left\lceil \log_2 \left(N_{\text{detección incorrecta}}^{\text{detección}} \cdot N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB, máx}} \right) \right\rceil = 5$ bits. Incluso cuando un número de bits de información de HARQ-ACK sucesivos que corresponden a CBG que no se reciben mediante el UE y son identificables mediante el UE se reduce desde $N_{\text{detección incorrecta}}^{\text{detección}} \cdot N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB, máx}} = 32$ a $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{serie TBs, máx}} = 16$, un campo de índice de contador de CBG requiere cuatro bits.

5 Un número de bits de NDI adicionales en un formato de DCI de DL puede ser igual a $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB, máx}}$ para que los bits de NDI identifiquen de manera inequívoca los CBG para su retransmisión. Un número de $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB, máx}}$ NDI bits están incluidos en un formato de DCI de DL incluso cuando hay menos de $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB, máx}}$ CBG en un TB de datos, que es cuando $N_{\text{CB}}^{\text{TB}} < N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB, máx}}$, para mantener un número predeterminado bits de NDI que un UE necesita saber para detectar un formato de DCI de DL.

10 Puede omitirse una inclusión de los $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB, máx}}$ bits de NSI adicionales desde un formato de DCI de DL (y únicamente está incluido el NDI para un TB de datos) donde no hay ambigüedad entre la información de HARQ-ACK transmitida mediante un UE y la información de HARQ-ACK detectada mediante un gNB. Esto puede tener lugar cuando está protegida una palabra de código de HARQ-ACK transmitida mediante el UE con una CRC ya que en tal caso el gNB puede identificar una recepción correcta o incorrecta de una palabra de código de HARQ-ACK. Cuando
15 un gNB recibe incorrectamente una palabra de código de HARQ-ACK, el gNB puede indicar la transmisión de los mismos CBG en un PDSCH a través de un formato de DCI de DL (a) no alternando un bit de NDI para un TB en el formato de DCI de DL, (b) indicando un mismo valor para una versión de redundancia (RV) como en un formato de DCI de DL anterior que planifica una transmisión de anterior de los CBG, y (c) indicando un mismo número de procedimiento de HARQ como en el formato de DCI de DL anterior que planifica una transmisión de anterior de los
20 CBG.

Cuando el UE detecta un formato de DCI de DL con un mismo valor de NDI para un TB, un mismo valor de RV, y un mismo número de procedimiento de HARQ como en un formato de DCI de DL anterior, el UE puede interpretar que el formato de DCI de DL planifica los mismos CBG que el formato de DCI de DL anterior. Cuando un gNB recibe correctamente una palabra de código de HARQ-ACK, el gNB puede indicar transmisión de nuevos CBG en un
25 PDSCH a través de un formato de DCI de DL (a) no alternando un bit de NDI para un TB en el formato de DCI de DL, (b) indicando un siguiente valor para una RV como en un formato de DCI de DL anterior que planifica una transmisión anterior de los CBG, y (c) indicando un mismo número de procedimiento de HARQ como en el formato de DCI de DL anterior que planifica una transmisión anterior de los CBG. Cuando no hay CBG que requieran retransmisión, un gNB puede planificar un nuevo TB de datos para un número de procedimiento de HARQ a través de un formato de DCI de DL (a) alternando un bit de NDI para un TB en el formato de DCI de DL, (b) indicando un primer valor para un RV en el formato de DCI de DL, y (c) indicando el número de procedimiento de HARQ. Las condiciones anteriores en el valor de RV pueden omitirse también y dejarse a la implementación del gNB.

Los formatos de DCI de UL puede incluir también $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB, máx}}$ bits de NDI adicionales para indicar los CBG que necesita un UE para retransmitir. Un gNB puede configurar de manera separada un UE con un valor de $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB, máx}}$
35 para transmisiones de TB de datos desde el gNB al UE y un valor de $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB, máx}}$ para transmisiones de TB de datos desde el UE al gNB.

Una longitud de palabra de código de HARQ-ACK configurada es beneficiosa al evitar ambigüedades que pueden tener lugar cuando un UE falla al detectar al menos un formato de DCI de DL transmitido mediante un gNB y que planifica la transmisión de al menos un respectivo TB en al menos un respectivo intervalo o célula de DL con índice mayor que un índice más grande de un intervalo o célula de DL donde el UE recibe un TB planificado mediante un
40 respectivo formato de DCI de DL que el UE detecta y donde el UE espera que se transmita información de HARQ-ACK en una misma palabra de código de HARQ-ACK para los TB. Ya que el gNB puede no tener conocimiento de que el UE falló al detectar el al menos un formato de DCI de DL, el gNB puede no tener conocimiento de que el UE no incluya información de HARQ-ACK para respectivos TB de datos en una palabra de código de HARQ-ACK y por lo tanto, a menos que el gNB configure para el UE la longitud de palabra de código de HARQ-ACK, el gNB y el UE consideran diferentes longitudes para la palabra de código de HARQ-ACK.
45

Un formato de DCI de DL que planifica la transmisión de uno o más TB a un UE puede incluir un campo de

"ubicación de palabra de código de HARQ-ACK", representado mediante $\lceil \log_2(N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{CW}}) \rceil$ bits, que indica una ubicación para un primer bit de información de HARQ-ACK desde un número de bits de información de HARQ-ACK que el UE genera en respuesta a una recepción de los TB planificados mediante el formato de DCI de DL. Un campo de "ubicación de palabra de código de HARQ-ACK" proporciona funcionalidad similar que un campo de "contador de CBG" y un formato de DCI de DL puede incluir uno de estos dos campos.

En otro ejemplo, puede señalizarse un número de bits de información de HARQ-ACK por TB, $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}}$ en un formato de DCI de DL mediante un correspondiente campo de "número de bits de información de HARQ-ACK". Cuando un mismo formato de DCI de DL planifica transmisiones de múltiples TB en múltiples intervalos, puede

aplicarse un mismo valor de $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}}$ por TB cuando la DCI de DL no incluye un campo de contador de CBG. La señalización de un valor de $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}}$ en un formato de DCI de DL puede ser beneficiosa cuando está configurado

un tamaño de palabra de código de HARQ-ACK $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{CW}}$ (o $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB, máx}}$ por intervalo) con antelación ya que la señalización posibilita que un planificador de gNB planifique transmisiones para diferente número de TB y con diferentes tamaños de TB en diferentes instancias. También, puede aplicarse la señalización de un valor de $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}}$ en un formato de DCI de DL cuando una palabra de código de HARQ-ACK incluye bits de CRC como si

no fuera necesario incluir un campo de $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB, máx}}$ en el formato de DCI de DL y por lo tanto puede tener un valor dinámicamente determinado de $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}}$ sin tener un tamaño variable para el formato de DCI de DL. Por ejemplo,

para $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{CW}} = 10$ cuando un gNB planifica una transmisión de TB de datos en cada una de $N_{\text{Células}}^{\text{DL}} = 10$ células en un intervalo, suponiendo por simplicidad un mismo tamaño de TB en cada célula, el gNB puede establecer $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} = 1$ mientras que cuando el gNB planifica una transmisión de TB de datos en cada una de

$N_{\text{Células}}^{\text{DL}} = 5$ células en un intervalo, el gNB puede establecer $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} = 2$. En general, los formatos de DCI de DL que planifican diferentes TB de datos pueden indicar un valor diferente para $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}}$ ya que los respectivos tamaños de TB pueden ser diferentes. Un gNB puede establecer un valor de $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}}$ en cada formato de DCI de DL de modo que un número total de respectivos bits de HARQ-ACK es menor o igual que $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{CW}}$.

Un valor de $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}}$, o de manera equivalente un número de CBG por TB, determina un número de CB por CBG,

$N_{\text{CB}}^{\text{CBG}}$, como $N_{\text{CB}}^{\text{CBG}} = \lceil N_{\text{CB}}^{\text{TB}} / N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} \rceil$ para los primeros (o últimos) $\text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ CBG y como $N_{\text{CB}}^{\text{CBG}} = \lfloor N_{\text{CB}}^{\text{TB}} / N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} \rfloor$ para los últimos (o primeros) $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} - \text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ CBG. Un UE

puede esperar que $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} \leq N_{\text{CB}}^{\text{TB}}$, es decir $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} = \min(N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB, máx}}, N_{\text{CB}}^{\text{TB}})$. Cuando un UE detecta correctamente todos los CB de datos en un CBG, el UE genera un valor de ACK (uno binario); de lo contrario, el UE genera un valor de NACK. Por lo tanto, un formato de DCI de DL puede indicar un número de CBG por TB y una ubicación para los bits de información de HARQ-ACK asociados en una palabra de código de HARQ-ACK.

La Figura 25 ilustra un particionamiento adaptativo de ejemplo de un bloque 2500 de código de datos a grupos de bloques de código de datos y una respectiva generación adaptativa de una palabra de código de HARQ-ACK de longitud predeterminada de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación. Una realización del particionamiento adaptativo de un bloque 2500 de código de datos mostrado en la Figura 25 es para ilustración únicamente. Pueden usarse otras realizaciones sin alejarse del alcance de la presente divulgación.

Un UE detecta un primer formato de DCI de DL transmitido desde un gNB y que planifica en un primer intervalo o en una primera célula una recepción de un primer TB para un primer procedimiento de HARQ y que indica una

generación de $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB1}} = 4$ HARQ-ACK bits de información desde el UE y un primer elemento en una palabra de código de HARQ-ACK como una ubicación de inicio para una colocación consecutiva de los bits de

información de HARQ-ACK $(\min(N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB, máx}}, N_{\text{CB}}^{\text{TB}}) = 4)$. El UE particiona los CB de los primeros datos TB en cuatro CBG 2510, genera cuatro respectivos bits de información de HARQ-ACK con cualquier valor de "ACK" (A) o "NACK" (N), y los coloca como los primeros cuatro elementos en la palabra 2515 de código de HARQ-ACK.

El UE falla al detectar un segundo formato de DCI de DL transmitido desde el gNB y que planifica en un segundo intervalo o en una segunda célula una recepción de un segundo TB para un segundo procedimiento de HARQ y que

indica una generación de $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}2} = 2$ HARQ-ACK desde el UE y un quinto elemento en la palabra de código de HARQ-ACK como una ubicación de inicio para una colocación consecutiva de los bits de información de

5 HARQ-ACK ($\min(N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB},\text{máx}}, N_{\text{CB}}^{\text{TB}}) = 2$). El segundo formato de DCI indica una partición para los CB de los segundos datos TB en dos CBG 2520 y una generación de dos respectivos bits de información de HARQ-ACK con la colocación en el quinto y sexto elementos en la palabra 2525 de código de HARQ-ACK.

El UE detecta un tercer formato de DCI de DL transmitido desde el gNB que planifica en un tercer intervalo o en una tercera célula una recepción de un tercer TB para un tercer procedimiento de HARQ y que indica una generación de

10 $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}3} = 2$ HARQ-ACK bits de información desde el UE y un séptimo elemento en la palabra de código de HARQ-ACK como una ubicación de inicio para una colocación consecutiva de los bits de información de HARQ-ACK

($\min(N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB},\text{máx}}, N_{\text{CB}}^{\text{TB}}) = 2$). El UE particiona los CB del tercer TB de datos en dos CBG 2530, genera dos respectivos bits de información de HARQ-ACK y los coloca como el séptimo y octavo elementos en la palabra de código 2535 de HARQ-ACK. Cuando el UE está configurado una palabra de código de HARQ-ACK con longitud

15 $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{CW}} > 8$ bits, tal como $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{CW}} = 3 \cdot N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB},\text{máx}} = 12$, el UE establece el valor de los últimos $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{CW}} - 8$ bits restantes a "NACK" (cero binario) y transmite la palabra de código de HARQ-ACK.

La Figura 26 ilustra un diagrama 2600 de bloques de receptor de ejemplo para información de datos y UCI en un PUSCH de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación. Una realización del diagrama 2600 de bloques de receptor mostrada en la Figura 26 es para ilustración únicamente. Pueden usarse otras realizaciones sin alejarse del alcance de la presente divulgación.

Un UE detecta un formato de DCI de DL y determina un tamaño de TB, por ejemplo desde un campo de asignación de recursos y desde un campo de MCS para determinar un número de bits de información de HARQ-ACK $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}}$ para el TB, por ejemplo, desde un campo de número de bits de información de HARQ-ACK o desde

configuración de capa superior de $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB},\text{máx}}$ 2610. Desde el tamaño de TB, el UE determina un número de CB,

25 por ejemplo como $N_{\text{CB}}^{\text{TB}} = \lceil \text{TBS} / \text{CBS}_{\text{máx}} \rceil$ donde TBS es el tamaño de TB en bits y $\text{CBS}_{\text{máx}}$ es un tamaño de CB máximo predeterminado en bits, y un número de CBG como $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} (\min(N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB},\text{máx}}, N_{\text{CB}}^{\text{TB}}))$ 2620.

El UE determina $N_{\text{CB}}^{\text{CBG}} = \lceil N_{\text{CB}}^{\text{TB}} / N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} \rceil$ CB por CBF para los primeros $\text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ CBG 2630 y

determina $N_{\text{CB}}^{\text{CBG}} = \lfloor N_{\text{CB}}^{\text{TB}} / N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} \rfloor$ CB por CBG para los últimos $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} - \text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ CBG

30 2635. El UE genera $\text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ bits de información de HARQ-ACK para los primeros (o últimos) $\text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ CBG 1140 y genera $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} - \text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ bits de información de

HARQ-ACK para los últimos (o primeros) $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} - \text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ 2645. Finalmente, el UE asigna

en serie $\text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ HARQ-ACK bits de información de HARQ-ACK seguido por $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} - \text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ bits de información de HARQ-ACK en una palabra de código de HARQ-ACK. 35

40 Cuando una longitud de palabra de código de HARQ-ACK se determina dinámicamente desde señalización en formatos de DCI de DL asociados, pueden tener lugar ambigüedades para la longitud de palabra de código de HARQ-ACK cuando un UE falla al detectar al menos un formato de DCI de DL transmitido mediante un gNB y planificando respectivamente transmisión de al menos un TB en al menos un intervalo o célula de DL con índice mayor que un índice más grande de un intervalo o célula de DL donde el UE recibe un TB planificado mediante un formato de DCI de DL que detecta el UE y cuando se espera que el UE transmita información de HARQ-ACK en una misma palabra de código de HARQ-ACK para los TB. Como el gNB puede no tener conocimiento de que el UE falló

al detectar el al menos un formato de DCI de DL, el gNB no puede tener conocimiento de que el UE no incluye información de HARQ-ACK para respectivos TB de datos en una palabra de código de HARQ-ACK y por lo tanto el gNB y el UE consideran diferentes longitudes para la palabra de código de HARQ-ACK.

El gNB puede resolver esto decodificando una palabra de código de HARQ-ACK de acuerdo con múltiples hipótesis

- 5 para la longitud de palabra de código de HARQ-ACK, por ejemplo de acuerdo con $N_{\text{DCI}}^{\text{detección incorrecta}} + 1$ hipótesis, donde cada hipótesis corresponde a un UE que falla al detectar un número de formatos de DCI de DL tal como, por

ejemplo, 0, 1, ..., $N_{\text{DCI}}^{\text{detección incorrecta}} - 1$ formatos de DCI de DL. Una configuración implícita de una longitud de palabra de código de HARQ-ACK puede ser beneficiosa al evitar la información redundante en una palabra de código de HARQ-ACK, que conduce a una fiabilidad de recepción aumentada, o interferencia inter-célula reducida, o consumo de recursos de UL reducido. Además, cuando un UE transmite HARQ-ACK para los CBG en lugar de los TB, una configuración implícita de una longitud de palabra de código de HARQ-ACK puede posibilitar que un gNB seleccione de manera prácticamente arbitraria un número de bits de información de HARQ-ACK por TB a medida que la planificación para el UE progresa a través de los intervalos puesto que el gNB no está restringido por una longitud de palabra de código de HARQ-ACK predeterminada.

- 15 En algunas realizaciones, se considera un ajuste en una tasa de código para los TB de datos o los CB de datos cuando se multiplexa UCI tal como HARQ-ACK con datos en una transmisión de PUSCH.

Quando se multiplexa UCI en una transmisión de PUSCH, se aumenta una tasa de código de datos efectiva ya que se usan algunas SC (o RE) para transmisión de UCI y no están disponibles para transmisión de datos. Cuando un formato de DCI de UL planifica una transmisión de un único TB de datos desde un UE, un planificador de gNB puede contabilizar el aumento en la tasa de código efectiva para el TB de datos indicando al UE un MCS inferior que el necesario para conseguir una BLER objetivo para el TB de datos cuando no hay multiplexación de UCI y puede mitigarse un sobredimensionamiento en un número de símbolos de modulación codificados de UCI (debido al MCS

bajo) ajustando un respectivo valor de $\beta_{\text{desplazamiento}}^{\text{PUSCH}}$ a través del formato de DCI de UL.

- 25 Cuando un formato de DCI de UL planifica transmisiones de múltiples TB de datos desde un UE a través de múltiples intervalos, el formato de DCI de UL necesita indicar de manera separada un valor de MCS para transmisión de TB de datos en PUSCH sin multiplexación de UCI y un valor de MCS para transmisión de TB de datos en PUSCH con multiplexación de UCI, o indicar un único valor de MCS, por ejemplo con referencia a la transmisión de TB de datos en el PUSCH sin multiplexación de UCI, y el UE puede ajustar un valor de MCS (o un valor de TBS) para transmisión de TB de datos en el PUSCH con multiplexación de UCI basándose en un número de símbolos de modulación codificados de UCI en ese PUSCH. El primer enfoque proporciona un comportamiento robusto a expensas del aumento de un tamaño de un formato de DCI de UL para proporcionar múltiples campos de MCS.

- 35 El último enfoque puede evitar la desventaja del primer enfoque estableciendo un mecanismo para ajustar un valor de MCS, o un tamaño de TB de datos, o una potencia de transmisión para transmisión de TB de datos en un PUSCH con multiplexación de UCI. Una alternativa es distribuir una transmisión de símbolos de modulación codificados de UCI a través de los múltiples intervalos, para una penalización de latencia de UCI asociada, y a continuación puede ser aplicable un valor de MCS indicado mediante un formato de DCI de UL para transmisión de información de datos en todos los múltiples intervalos.

- 40 Un valor de MCS para transmisión de TB de datos en un PUSCH con multiplexación de UCI puede ajustarse ajustando una tasa de código asociada. La Tabla 2 indica una asociación de ejemplo de un índice de MCS en un formato de DCI de UL a un orden de modulación, un índice de TBS, y una tasa de código. Un mapeo del índice de TBS a un TBS real puede proporcionarse mediante una tabla separada considerando también un número de RB y símbolos de intervalo para una transmisión de PUSCH.

TABLA 2. Mapeo de índice de MCS a orden de modulación, índice de TBS y tasa de código

Índice de MCS	Orden de modulación	Índice de TBS	Tasa de código
0	2	0	0,1019
1	2	1	0,1236
2	2	2	0,1538
3	2	3	0,2051
4	2	4	0,2507
5	2	5	0,3101

(continuación)

Índice de MCS	Orden de modulación	Índice de TBS	Tasa de código
6	2	6	0,3638
7	2	7	0,4289
8	2	8	0,4882
9	2	9	0,5534
10	2	10	0,6152
11	4	10	0,3096
12	4	11	0,3582
13	4	12	0,4024
14	4	13	0,4590
15	4	14	0,5013
16	4	15	0,5355
17	4	16	0,5688
18	4	17	0,6311
19	4	18	0,6921
20	4	19	0,7520
21	6	19	0,5013
22	6	20	0,5420
23	6	21	0,5851
24	6	22	0,6283
25	6	23	0,6689
26	6	24	0,7104
27	6	25	0,7406
28	6	26	0,8743

Un UE puede determinar (desde un formato de DCI de UL asociado) un número total de SC disponibles para transmisión de datos en caso de no multiplexación de UCI, $Q_{\text{Datos}}^{\text{UCI de E/S}}$, un número total de SC usadas para

multiplexación de UCI, Q_{UCI} , basándose en una carga útil de UCI y valores de $\beta_{\text{desplazamiento}}^{\text{PUSCH}}$ asociados, y a continuación determinar un número restante de SC disponibles para transmisión de datos después de multiplexación

de UCI $Q_{\text{Datos}}^{\text{UCI de E}} = Q_{\text{Datos}}^{\text{UCI de E/S}} - Q_{\text{UCI}}$. Un aumento en una tasa de código de datos es mediante un factor de

$f = Q_{\text{Datos}}^{\text{UCI de E/S}} / Q_{\text{Datos}}^{\text{UCI de E}}$. Para desplazar este aumento, el UE puede reducir una tasa de código, $r_{\text{MCS}}^{\text{DCI}}$, que

corresponde a un índice de MSC señalado en un formato de DCI de UL mediante el factor $f = Q_{\text{Datos}}^{\text{UCI de E/S}} / Q_{\text{Datos}}^{\text{UCI de E}}$ y en correspondencia a un índice de MCS ajustado a través de una correspondiente tasa

de código $r_{\text{MCS}}^{\text{nuevo}}$ que es un mapeo de tasa de código más grande a un índice de MCS que es menor o igual a

$r_{\text{MCS}}^{\text{ajuste}} = (Q_{\text{Datos}}^{\text{UCI de E}} / Q_{\text{Datos}}^{\text{UCI de E/S}}) \cdot r_{\text{MCS}}^{\text{DCI}}$. Puede aplicarse el mismo principio en general para una transmisión de TB de datos cuando no se usa un número de SC para transmisión de información de datos.

Por ejemplo, cuando un formato de DCI de UL señala el índice 18 de MCS que corresponde a una tasa de código

de $r_{\text{MCS}}^{\text{DCI}} = 0,6311$ y $Q_{\text{Datos}}^{\text{UCI de E}} / Q_{\text{Datos}}^{\text{UCI de E/S}} = 0,8$ el UE determina

$r_{MCS}^{ajuste} = \left(\frac{Q_{Datos}^{UCI\ de\ E}}{Q_{Datos}^{UCI\ de\ E/S}} \right) \cdot r_{MCS}^{DCI} = 0,8 \cdot 0,6311 = 0,5049$ y a continuación determina un MCS ajustado con índice 15 que corresponde a la tasa de código de $r_{MCS}^{nuevo} = 0,5013$ que es la tasa de código más grande en la tabla de mapeo que es menor que 0,5049. Por ejemplo, cuando un formato de DCI de UL señala el índice 12 de MSC

que corresponde a una tasa de código de $r_{MCS}^{DCI} = 0,3532$ y $\frac{Q_{Datos}^{UCI\ de\ E}}{Q_{Datos}^{UCI\ de\ E/S}} = 0,6$, el UE determina

5 $r_{MCS}^{ajuste} = \left(\frac{Q_{Datos}^{UCI\ de\ E}}{Q_{Datos}^{UCI\ de\ E}} \right) \cdot r_{MCS}^{DCI} = 0,6 \cdot 0,3532 = 0,2119$ y a continuación determina un MCS ajustado con índice 3 que corresponde a la tasa de código de $r_{MCS}^{nuevo} = 0,2043$.

En el primer ejemplo únicamente se ajusta una tasa de código mientras que en el segundo ejemplo se ajusta tanto un orden de modulación como un código. Además de la multiplexación de UCI, puede ajustarse también una tasa de código para transmisión de datos en un PUSCH para multiplexación de SRS, cuando la hubiera, de una manera similar discontinuando las SC usadas para transmisión de SRS desde las SC que están disponibles para transmisión de datos en un intervalo.

La Figura 27 ilustra un procedimiento 2700 de ejemplo para que un UE ajuste un índice de MCS señalado en un formato de DCI de UL y determine un índice de MCS ajustado para contabilizar un aumento en una tasa de código debido a la multiplexación de UCI de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación. Una realización del procedimiento 2700 mostrado en la Figura 27 es para ilustración únicamente. Pueden usarse otras realizaciones sin alejarse del alcance de la presente divulgación.

Un UE detecta un formato de DCI de UL que incluye un campo de MCS con un primer valor $I_{MCS,1}$ y, basándose, por ejemplo, en una tabla de mapeo predeterminada, el UE determina una primera tasa de código r_{MCS}^{DCI} para transmisión de datos en un PUSCH 2710. El UE también determina un número de símbolos de modulación codificados de UCI y un respectivo número de SC para multiplexar el número de símbolos de modulación codificados de UCI en el PUSCH 2720. La determinación mediante el UE para multiplexar la UCI en el PUSCH puede ser mediante un campo asociado en el formato de DCI de UL o mediante configuración de capa superior para que el UE multiplexe UCI en el PUSCH cuando el UE es para transmitir UCI en un mismo intervalo que un intervalo de una transmisión de PUSCH.

Basándose en el número de símbolos de modulación codificados de UCI y en un número de SC disponibles para transmisión de datos sin multiplexación de UCI, el UE determina un factor de aumento de tasa de código de datos f debido a multiplexación de UCI que reduce el número de SC disponibles que pueden usarse para transmisión de

25 datos 2730. El UE determina posteriormente una tasa de código resultante r_{MCS}^{ajuste} para transmisión de datos, después de excluir SC usadas para multiplexación de UCI, como $r_{MCS}^{ajuste} = r_{MCS}^{DCI} / f$ 2740. El UE a continuación determina un segundo índice de MCS $I_{MCS,2}$ desde un mapeo predeterminado a una segunda tasa de código de

30 datos r_{MCS}^{nuevo} que es una tasa de código más grande que es menor o igual que r_{MCS}^{ajuste} 2750. Finalmente, el UE usa el $I_{MCS,2}$ determina parámetros de codificación y modulación para un TB de datos planificado mediante el formato de DCI de UL para su transmisión en el PUSCH. El UE puede ajustar una potencia de transmisión de PUSCH de acuerdo con $I_{MCS,2}$.

Un TBS de datos para transmisión en un PUSCH se determina desde un campo de índice de MCS incluido en un formato de DCI de UL que planifica una transmisión de PUSCH y desde un número de referencia de RB en un dominio de frecuencia y un número de referencia de símbolos de intervalo en un dominio de tiempo, tal como las SC de intervalo/símbolos excluyendo los usados para transmisión de RS, que están disponibles para transmisión de datos. Por ejemplo, para un RB que incluye 12 SC y un intervalo que incluye 14 símbolos, puede asumirse un total de 24 SC para transmisión de DMRS y puede asumirse las restantes $14 \times 12 - 24 = 144$ SC disponibles para transmisión de datos. Por lo tanto, un número de referencia de SC no considera multiplexación de UCI o transmisiones de SRS en un intervalo.

Puede determinarse un TBS de datos para transmisión en un PUSCH planificado mediante un formato de DCI de UL desde (a) un índice de TBS y (b) una asignación de recursos de tiempo/frecuencia para el PUSCH. El índice de TBS se determina mediante un campo de formato de DCI de UL que proporciona un índice de MCS y mediante un mapeo predeterminado entre el índice de MCS y el índice de TBS, por ejemplo como en la Tabla 2. La Tabla 3 indica una asociación de ejemplo (mapeo) para un índice de TBS y una asignación de recursos de tiempo/frecuencia para una transmisión de PUSCH a un valor de TBS. Unos primeros diez valores de I_{TBS} y hasta diez RB de PUSCH están incluidos pero la asociación y puede extenderse directamente a más valores de I_{TBS} o RB de PUSCH. Por ejemplo, una asignación de recursos de tiempo es un intervalo de catorce símbolos con dos símbolos usados para transmisión de DMRS (dejando doce símbolos de intervalo para transmisión de datos) y una asignación de recursos de frecuencia es un número de RB.

TABLA 3. Mapeo de índice de TBS y número de RB de PUSCH a valor de TBS

	N_{RB} a través de 1 intervalo de 14 símbolos									
										10
	6	2	6	8	20	52	76	08	24	256
	4	6	8	44	76	08	24	56	28	344
	2	2	44	76	08	56	96	28	76	424
										10
	0	04	76	08	56	28	92	40	04	568
	6	20	08	56	28	08	88	52	32	696
	2	44	24	28	24	04	00	80	76	872
	28	76	56	92	04	00	12	08	36	1032
	04	24	28	72	84	12	40	68	096	1224
	20	56	92	36	80	08	68	096	256	1384
	36	96	56	16	76	36	096	256	416	1544

Cuando se multiplexa UCI o SRS o PUCCH en algunas SC o símbolos de una transmisión de PUSCH, un valor de TB de datos puede ajustarse para reflejar una reducción en un número de SC disponibles para transmisión de datos

para algún valor de l_{TBS} . Indicar mediante $N_{intervalo}$ un número de símbolos de intervalo, mediante N_{sc}^{RB} un número de

- 5 SC por RB, y mediante $N_{sc,RS}^{intervalo,RB}$ un número de SC por intervalo y por RB usados para transmisión de DMRS. El valor de $N_{sc,RS}^{intervalo,RB}$ puede ser diferente para transmisiones de PUSCH en diferentes intervalos o para transmisiones de PUSCH de diferentes UE.

La determinación de TBS en la Tabla 3 está basada en el uso de $(N_{intervalo} \cdot N_{sc}^{RB} - N_{sc,RS}^{intervalo,RB}) \cdot N_{RB}$ SC para transmisión de datos donde se usa un valor de referencia fijo para $N_{sc,RS}^{intervalo,RB}$. Cuando las $N_{sc,UCI}^{intervalo,RB}$ SC por RB y las $N_{sc,SRS}^{intervalo,RB}$ SC por RB se usan respectivamente para multiplexación de UCI y multiplexación de SRS en una

transmisión de PUSCH, o cuando un valor de $N_{sc,SRS}^{intervalo,RB}$ puede ser variable por ejemplo como se indica por un formato de DCI de UL que planifica el PUSCH o según se configura a un UE mediante capas superiores, un número

total de RE disponibles para transmisión de datos es $(N_{intervalo} \cdot N_{sc}^{RB} - N_{sc,RS}^{intervalo,RB} - N_{sc,UCI}^{intervalo,RB} - N_{sc,SRS}^{intervalo,RB}) \cdot N_{RB}$.

Un TBS para transmisión de datos en el PUSCH puede a continuación ajustarse para que sea el TBS que

- 15 corresponde a un valor de N_{RB} determinado como
$$N_{RB} = \left\lceil \frac{(N_{intervalo} \cdot N_{sc}^{RB} - N_{sc,RS}^{intervalo,RB} - N_{sc,UCI}^{intervalo,RB} - N_{sc,SRS}^{intervalo,RB}) \cdot N_{RB}}{(N_{intervalo} \cdot N_{sc}^{RB} - N_{sc,RS}^{intervalo,RB})} \right\rceil_0$$

como
$$N_{RB} = \left\lfloor \frac{(N_{intervalo} \cdot N_{sc}^{RB} - N_{sc,RS}^{intervalo,RB} - N_{sc,UCI}^{intervalo,RB} - N_{sc,SRS}^{intervalo,RB}) \cdot N_{RB}}{(N_{intervalo} \cdot N_{sc}^{RB} - N_{sc,RS}^{intervalo,RB})} \right\rfloor$$
 cuando $N_{RB} > 0$ y como $N_{RB} = 1$, de lo contrario. Por

ejemplo, cuando
$$\frac{(N_{intervalo} \cdot N_{sc}^{RB} - N_{sc,RS}^{intervalo,RB} - N_{sc,UCI}^{intervalo,RB} - N_{sc,SRS}^{intervalo,RB}) \cdot N_{RB}}{(N_{intervalo} \cdot N_{sc}^{RB} - N_{sc,RS}^{intervalo,RB})} = \frac{2}{3}$$

ejemplo, cuando

y un formato de DCI de UL indica $N_{RB} = 9$, puede

$$N_{RB} = \frac{2}{3} \cdot 9 = 6$$

determinarse un tamaño de TBS de acuerdo con la Tabla 3 usando . El UE puede ajustar una potencia de transmisión de PUSCH 3 de acuerdo con el TBS determinado.

- 20 La Figura 28 ilustra un procedimiento 2800 de ejemplo para que un UE ajuste un número de RB señalizados en un

formato de DCI de UL para determinar un TBS de datos para contabilizar un aumento en una tasa de código debido a multiplexación de UCI o SRS en un PUSCH de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación. Una realización del procedimiento 2800 mostrado en la Figura 28 es para ilustración únicamente. Pueden usarse otras realizaciones sin alejarse del alcance de la presente divulgación.

- 5 Un UE detecta un formato de DCI de UL que planifica transmisiones de PUSCH que transportan uno o más TB de datos en uno o más intervalos. Un intervalo incluye $N_{\text{intervalo}}$ símbolos. El formato de DCI de UL incluye un campo de asignación de recursos de frecuencia que proporciona N_{RB} RB para las transmisiones de PUSCH, donde un RB incluye $N_{\text{sc}}^{\text{RB}}$ SC, y también incluye un campo de MCS que proporciona un índice de MCS, I_{MCS} 2810. Basándose en un mapeo predeterminado, tal como, por ejemplo, como en la Tabla 2, el UE determina un índice de TBS I_{TBS} 2820.

- 10 Se usa un número de $N_{\text{sc,UCI}}^{\text{intervalo,RB}}$ SC por RB para transmisiones de DMRS. El UE también determina un número de símbolos de modulación codificados de UCI, cuando los hubiera, y un respectivo número de SC $N_{\text{sc,UCI}}^{\text{intervalo,RB}}$ para multiplexar el número de símbolos de modulación codificados de UCI y un número de SC $N_{\text{sc,SRS}}^{\text{intervalo,RB}}$ para multiplexar una transmisión de SRS, cuando la hubiera, en el PUSCH 2830.

Para ajustar una determinación de TBS, debido a la multiplexación de UCI o SRS, el UE determina un nuevo número

- 15 o RB como
$$N_{\text{RB}} = \left\lceil \frac{(N_{\text{intervalo}} \cdot N_{\text{sc}}^{\text{RB}} - N_{\text{sc,RS}}^{\text{intervalo,RB}} - N_{\text{sc,UCI}}^{\text{intervalo,RB}} - N_{\text{sc,SRS}}^{\text{intervalo,RB}})}{(N_{\text{intervalo}} \cdot N_{\text{sc}}^{\text{RB}} - N_{\text{sc,RS}}^{\text{intervalo,RB}})} \cdot N_{\text{RB}} \right\rceil 2840.$$
 También es posible que el UE determine un número de RB como
$$N_{\text{RB}} = \left\lfloor \frac{(N_{\text{intervalo}} \cdot N_{\text{sc}}^{\text{RB}} - N_{\text{sc,RS}}^{\text{intervalo,RB}} - N_{\text{sc,UCI}}^{\text{intervalo,RB}} - N_{\text{sc,SRS}}^{\text{intervalo,RB}})}{(N_{\text{intervalo}} \cdot N_{\text{sc}}^{\text{RB}} - N_{\text{sc,RS}}^{\text{intervalo,RB}})} \cdot N_{\text{RB}} \right\rfloor$$
 cuando $N_{\text{RB}} > 0$ y como $N_{\text{RB}} = 1$, de lo contrario. Basándose en el nuevo número de RB y en el valor de I_{TBS} , el UE determina un TBS para transmisión en un PUSCH a través del número de RB indicados mediante el formato de DCI de UL (el valor original de N_{RB}) 2850.

- 20 Un formato de DCI de UL puede planificar también transmisión de UCI-únicamente en un intervalo, tal como un primer intervalo, cuando el formato de DCI de UL incluye un campo de "CSI-únicamente" o un campo de "HARQ-ACK-únicamente" establecido a un respectivo valor. A continuación, un UE puede interpretar que el formato de DCI de UL planifica transmisión de UCI-únicamente en el intervalo e interpreta el formato de DCI de UL como transmisiones de datos de planificación, y posiblemente otras transmisiones de UCI, en intervalos restantes.

- 25 Aunque se ha descrito la presente divulgación con una realización de ejemplo, pueden sugerirse diversos cambios y modificaciones para un experto en la materia. Se pretende que la presente divulgación abarque tales cambios y modificaciones como que caen dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

- 30 Nada de la descripción en esta solicitud debería leerse como que implica que cualquier elemento particular, etapa, o función es un elemento esencial que debe incluirse en el alcance de las reivindicaciones. El alcance de la materia objeto patentada se define únicamente mediante las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento que comprende:

recibir (1210) información de configuración que incluye una pluralidad de conjuntos de índices, correspondiendo cada uno de la pluralidad de conjuntos a cada uno de una pluralidad de tipos de información de control de enlace ascendente, UCI, respectivamente;
 recibir (1220) información de control de enlace descendente, DCI, que planifica una transmisión de un canal físico compartido de enlace ascendente, PUSCH, incluyendo la DCI un campo de indicador de desplazamiento beta que indica un índice desde una pluralidad de índices que corresponde a cada uno de la pluralidad de conjuntos;
 multiplexar datos de enlace ascendente con al menos un tipo de UCI entre la pluralidad de tipos de UCI en base al campo de indicador de desplazamiento beta; y
 transmitir los datos de enlace ascendente multiplexados con el al menos un tipo de UCI en el PUSCH.

2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que cada conjunto de la pluralidad de conjuntos incluye un conjunto de cuatro índices, y en el que el campo de indicador de desplazamiento beta indica cada índice de los cuatro índices que corresponden respectivamente a cada conjunto de la pluralidad de conjuntos.

3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la pluralidad de tipos de UCI incluye al menos uno de informes de acuse de recibo de solicitud de repetición automática híbrida, HARQ-ACK, o información de estado de canal, CSI.

4. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el campo de indicador de desplazamiento beta está configurado con 00, 01, 10 u 11.

5. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que si un número de bits de información en la DCI es menor que 12 bits, se anexan ceros a un formato de DCI de la DCI hasta que un tamaño de carga útil equivalga a 12.

6. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:
 determinar (1240) un número de símbolos de modulación codificados para multiplexar los datos de enlace ascendente con el al menos un tipo de UCI en base al índice indicado mediante el campo de indicador de desplazamiento beta.

7. Un procedimiento que comprende:

transmitir (1210) información de configuración que incluye una pluralidad de conjuntos de índices, correspondiendo cada uno de la pluralidad de conjuntos a cada uno de una pluralidad de tipos de información de control de enlace ascendente, UCI, respectivamente;
 transmitir (1220) información de control de enlace descendente, DCI, que planifica una recepción de un canal físico compartido de enlace ascendente, PUSCH, incluyendo la DCI un campo de indicador de desplazamiento beta que indica un índice desde una pluralidad de índices que corresponden a cada uno de la pluralidad de conjuntos; y
 recibir datos de enlace ascendente multiplexados con al menos un tipo de UCI entre la pluralidad de tipos de UCI en el PUSCH, en el que se determina (1240) un número de símbolos de modulación codificados para multiplexar los datos de enlace ascendente con el al menos un tipo de UCI en en base al índice indicado mediante el campo de indicador de desplazamiento beta.

8. El procedimiento de la reivindicación 7, en el que cada conjunto de la pluralidad de conjuntos incluye un conjunto de cuatro índices, y
 en el que el campo de indicador de desplazamiento beta indica cada índice de los cuatro índices que corresponden respectivamente a cada conjunto de la pluralidad de conjuntos.

9. El procedimiento de la reivindicación 7, la pluralidad de tipos de UCI incluye al menos uno de informes de acuse de recibo de solicitud de repetición automática híbrida, HARQ-ACK, información de estado de canal, CSI.

10. El procedimiento de la reivindicación 7, en el que el campo de indicador de desplazamiento beta está configurado con 00, 01, 10 u 11.

11. El procedimiento de la reivindicación 7, en el que si un número de bits de información en la DCI es menor que 12 bits, se anexan ceros a un formato de DCI de la DCI hasta que un tamaño de carga útil equivalga a 12.

12. Un aparato (116) que comprende:

un receptor (325) configurado para:

recibir (1210) información de configuración que incluye una pluralidad de conjuntos de índices, correspondiendo cada uno de la pluralidad de conjuntos a cada uno de una pluralidad de tipos de información de control de enlace ascendente, UCI, respectivamente, y
 recibir (1220) información de control de enlace descendente, DCI, que planifica una transmisión de un canal

físico compartido de enlace ascendente, PUSCH, incluyendo la DCI un campo de indicador de desplazamiento beta que indica un índice de una pluralidad de índices que corresponden a cada uno de la pluralidad de conjuntos;

5 un procesador (340) configurado para multiplexar datos de enlace ascendente con al menos un tipo de UCI entre la pluralidad de tipos de UCI en base al campo de indicador de desplazamiento beta; y
un transmisor (315) configurado para transmitir los datos de enlace ascendente multiplexados con el al menos un tipo de UCI en el PUSCH.

13. El aparato (116) de la reivindicación 12, en el que el aparato (116) se implementa de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 a 6.

10 14. Un aparato (102) que comprende:

un transmisor (215) configurado para:

15 transmitir (1210) información de configuración que incluye una pluralidad de conjuntos de índices, correspondiendo cada uno de la pluralidad de conjuntos a cada uno de una pluralidad de tipos de información de control de enlace ascendente, UCI, respectivamente, y
transmitir (1220) información de control de enlace descendente, DCI, que planifica una recepción de un canal físico compartido de enlace ascendente, PUSCH, incluyendo la DCI un campo de indicador de desplazamiento beta que indica un índice desde una pluralidad de índices que corresponden a cada uno de la pluralidad de conjuntos; y

20 un receptor (220) configurado para recibir datos de enlace ascendente multiplexados con al menos un tipo de UCI entre la pluralidad de tipos de UCI en el PUSCH,
en el que se determina (1240) un número de símbolos de modulación codificados para multiplexar los datos de enlace ascendente con el al menos un tipo de UCI en base al índice indicado mediante el campo de indicador de desplazamiento beta.

25 15. El aparato (102) de la reivindicación 14, en el que el aparato (102) se implementa de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 a 11.

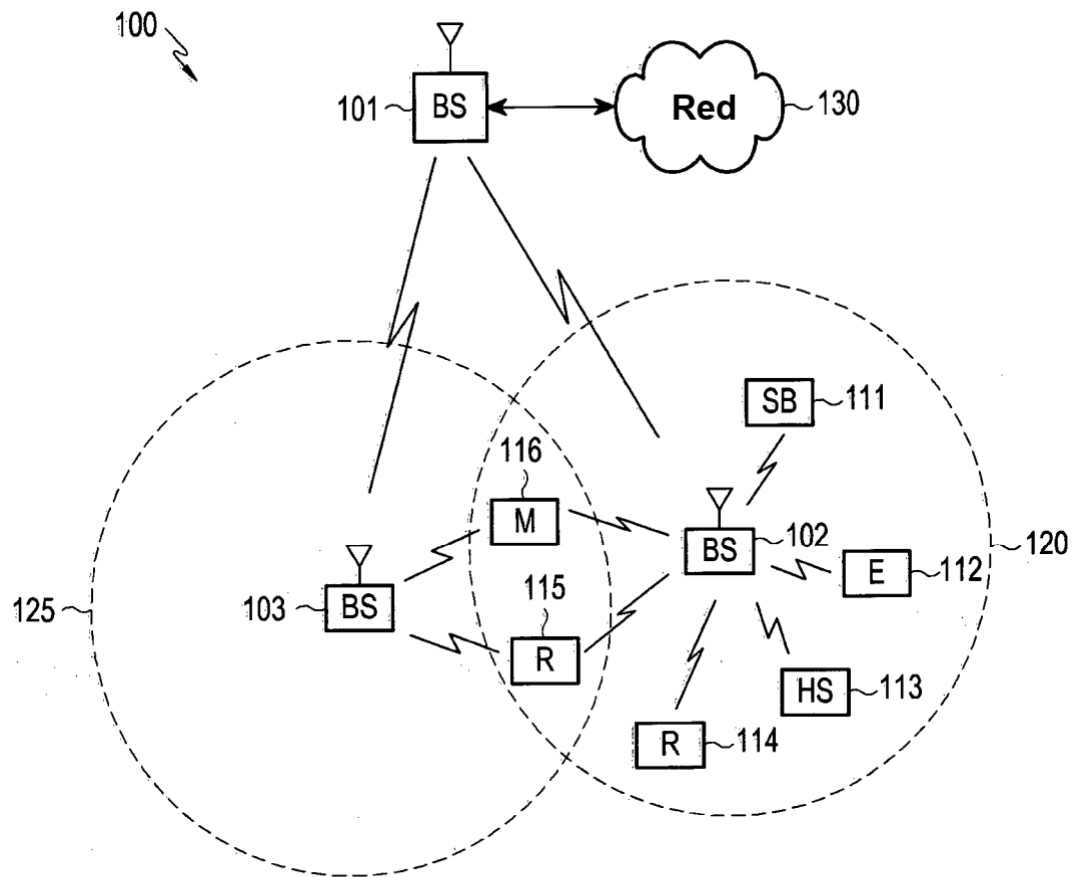


FIG.1

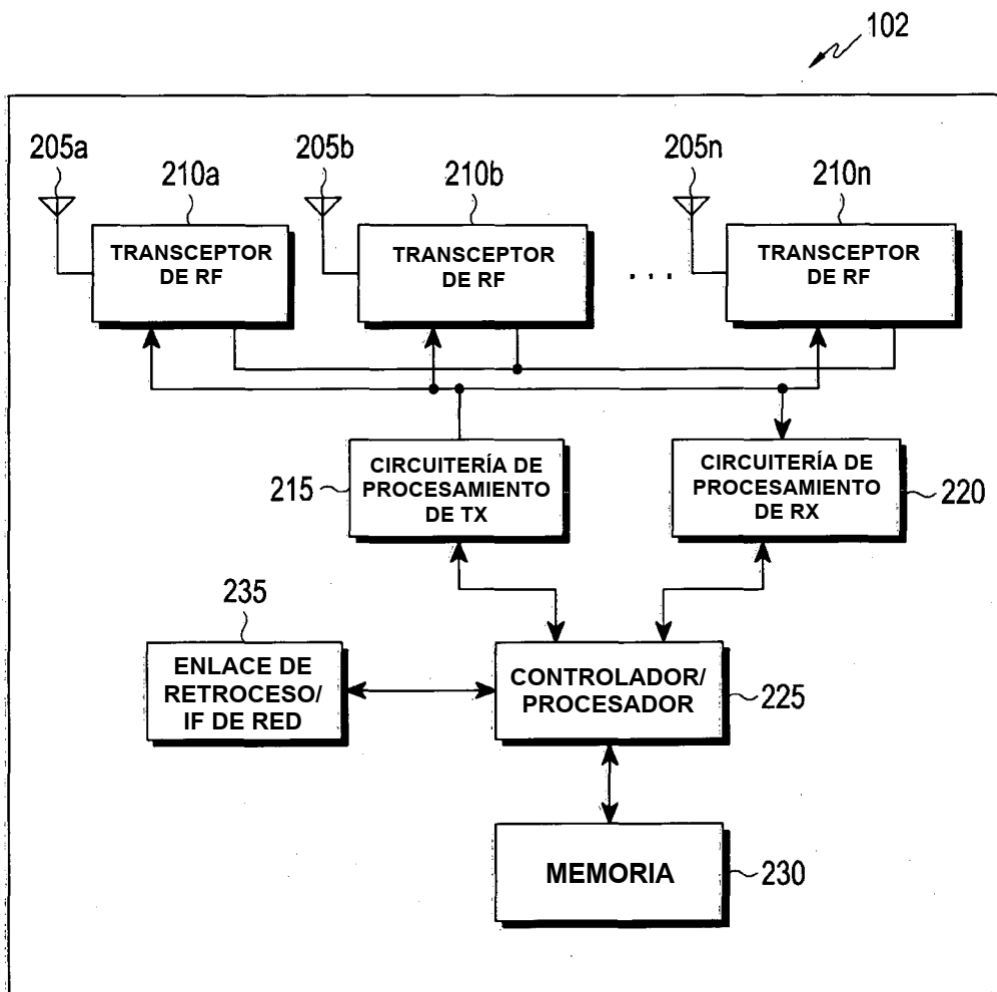


FIG.2

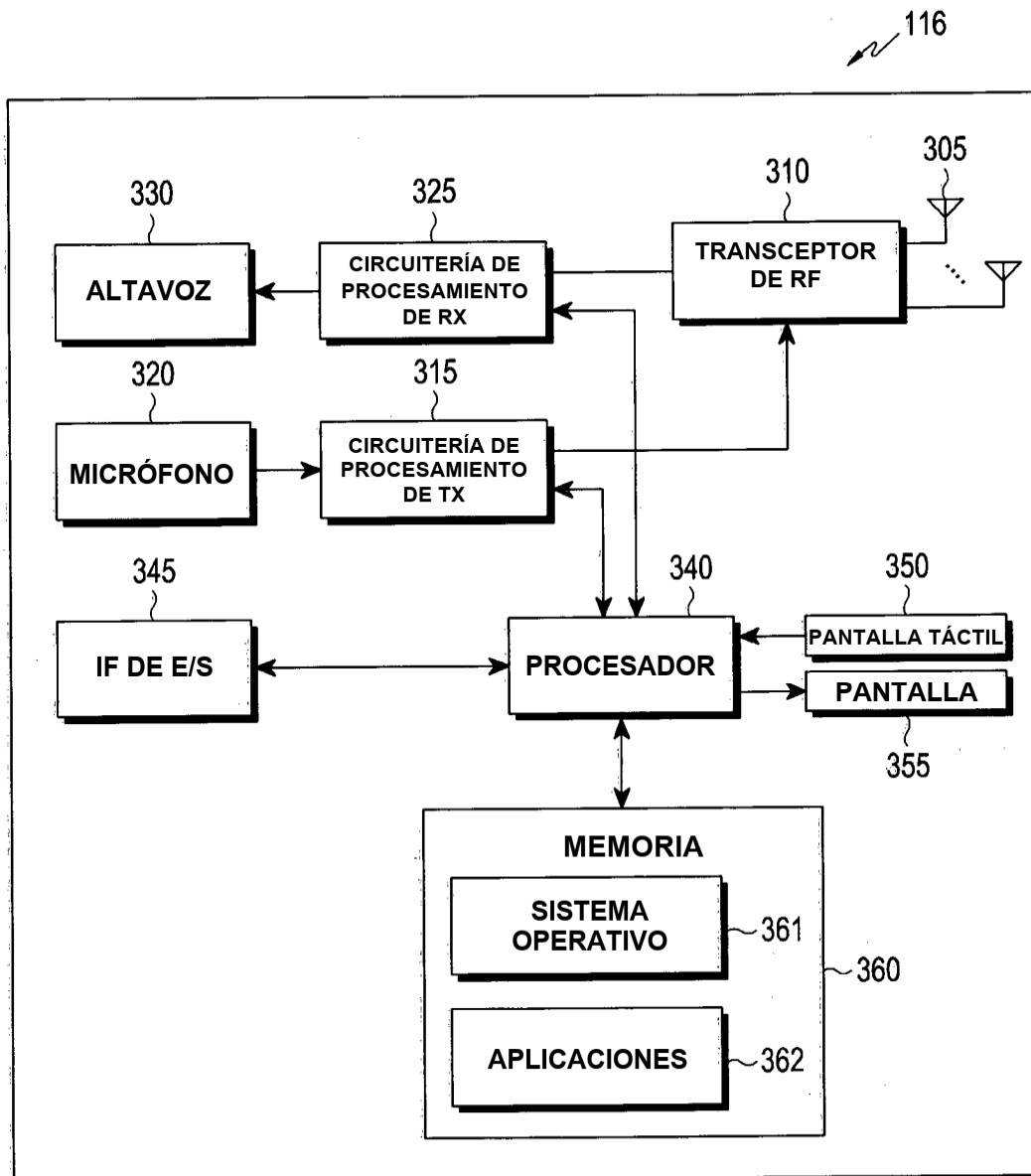


FIG.3

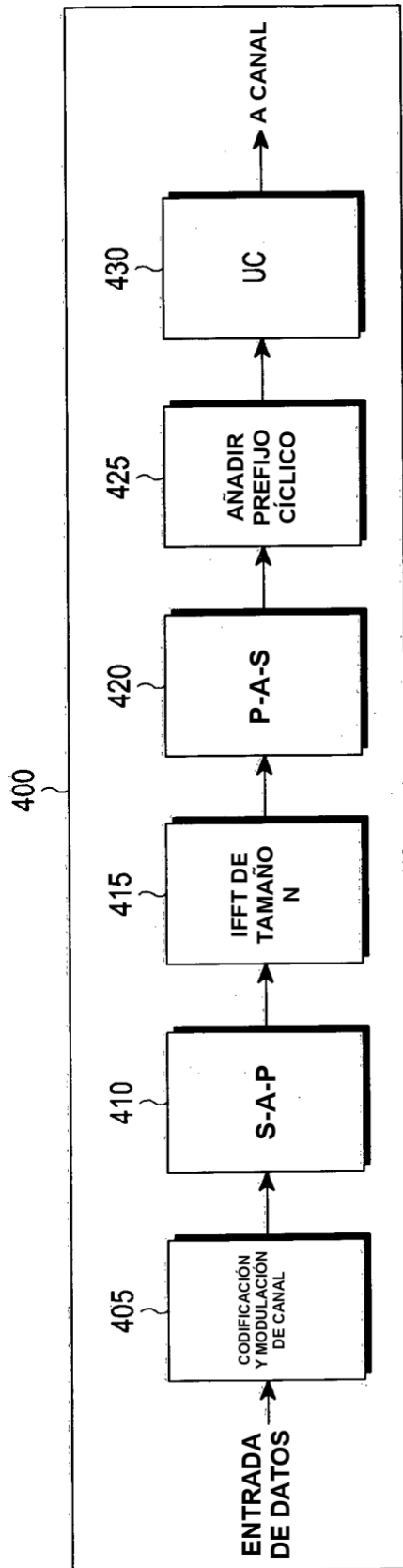


FIG. 4A

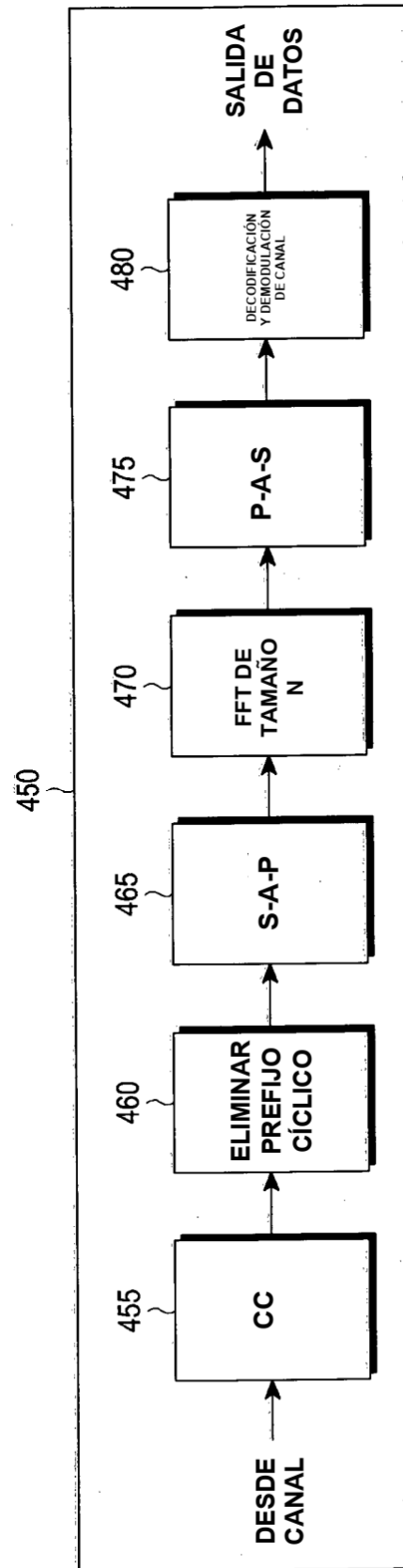


FIG. 4B

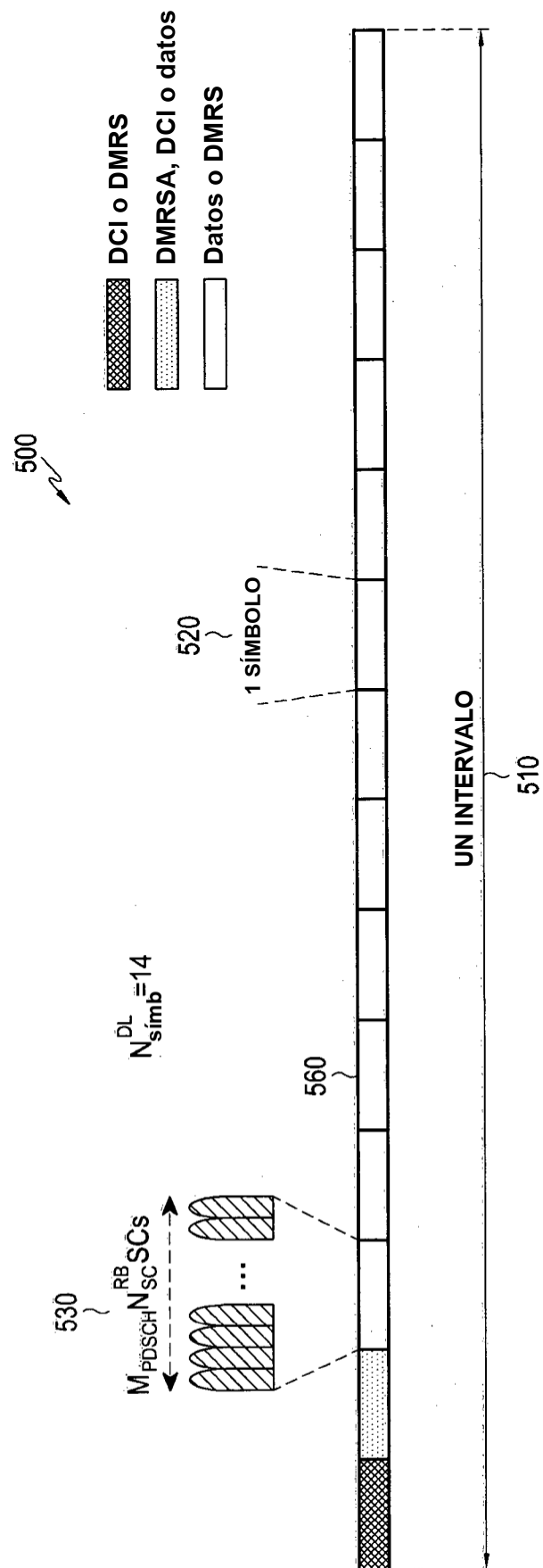


FIG.5

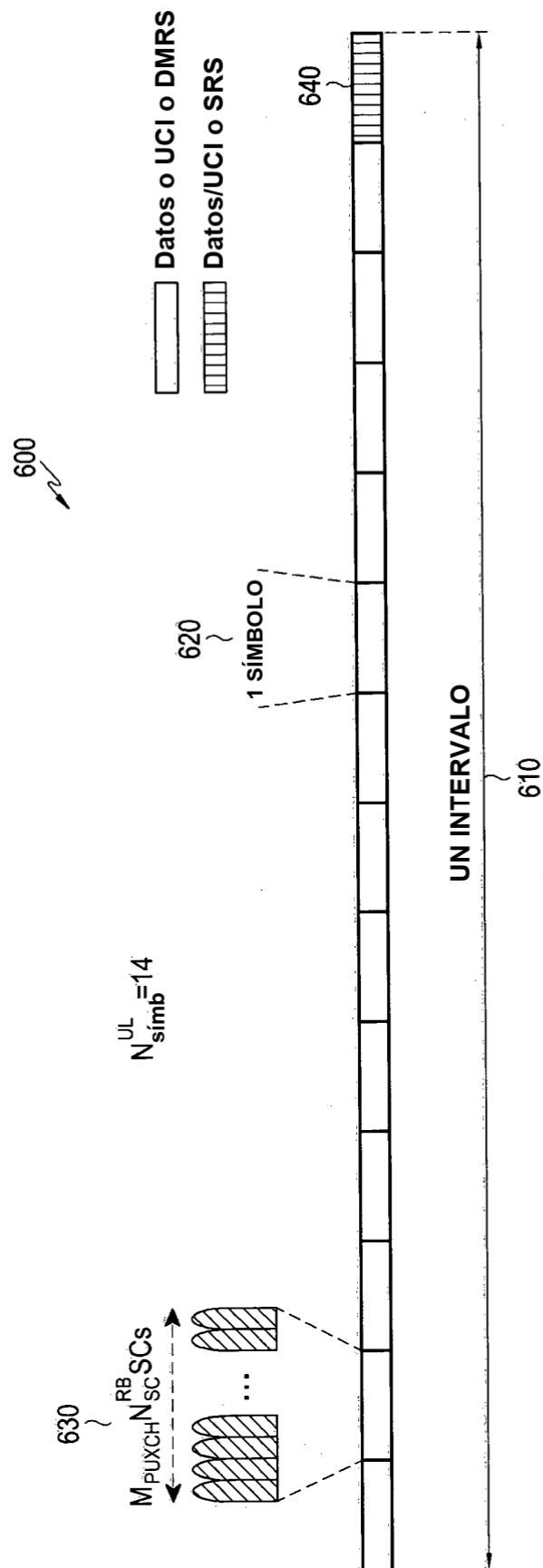


FIG.6

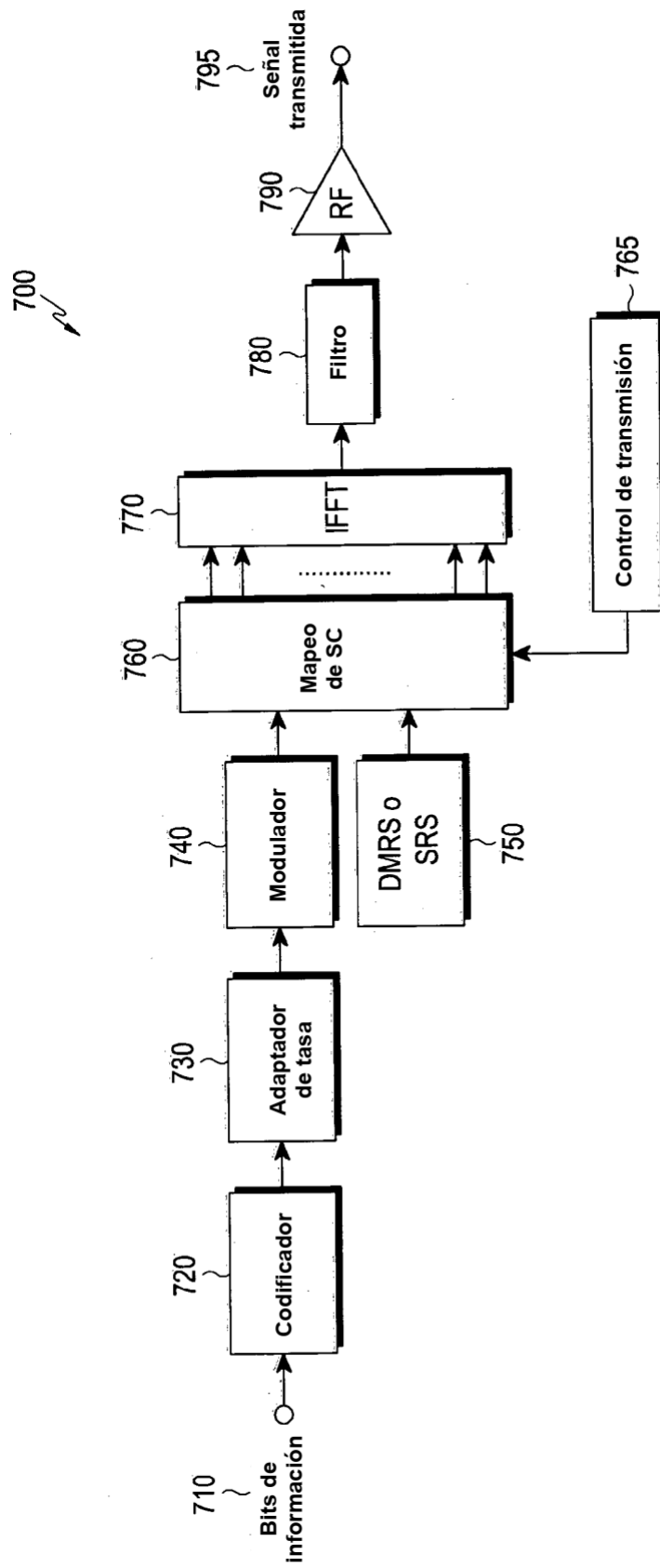


FIG.7

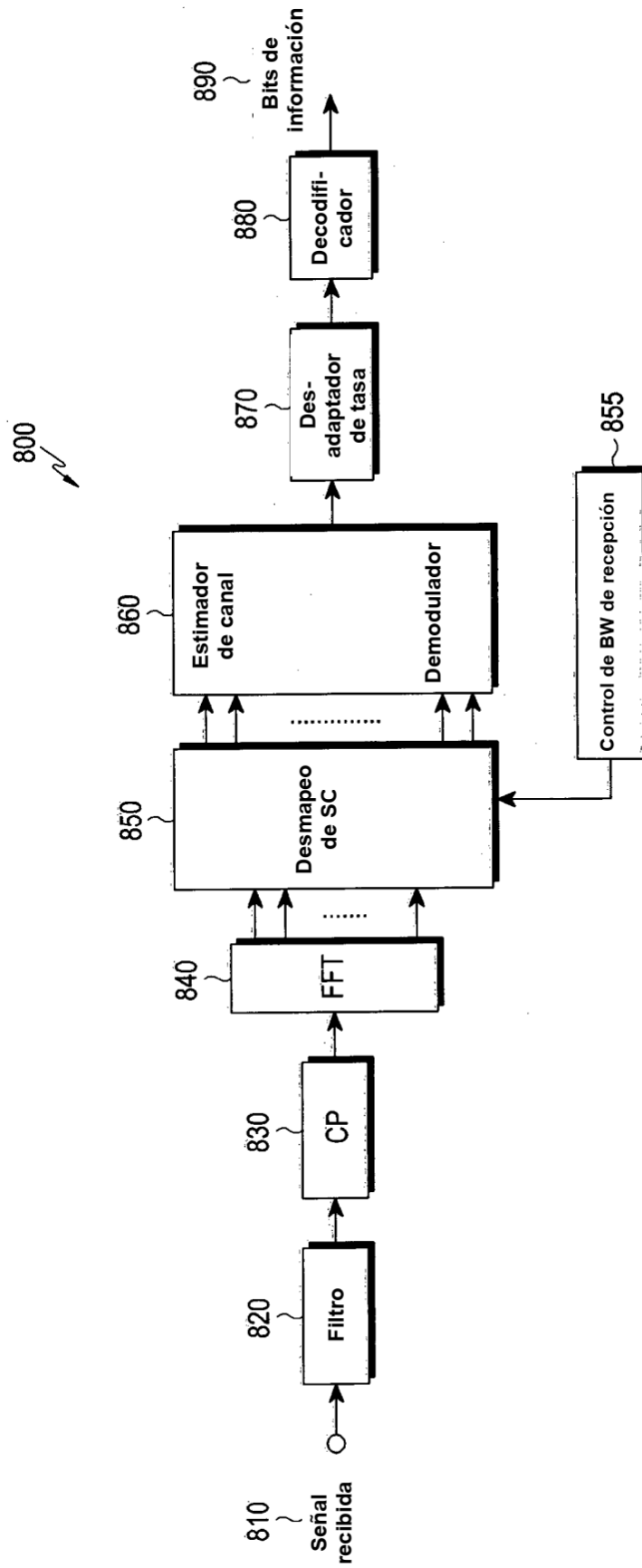


FIG.8

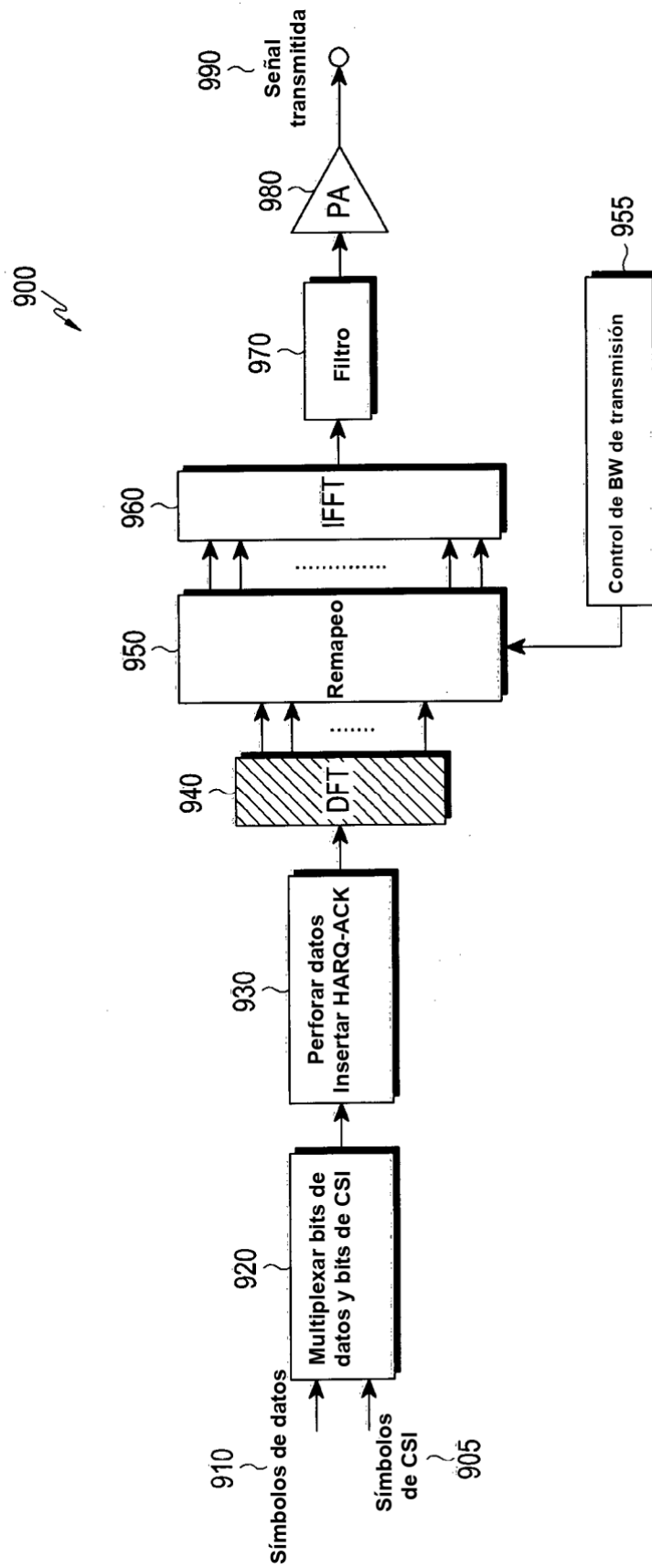


FIG.9

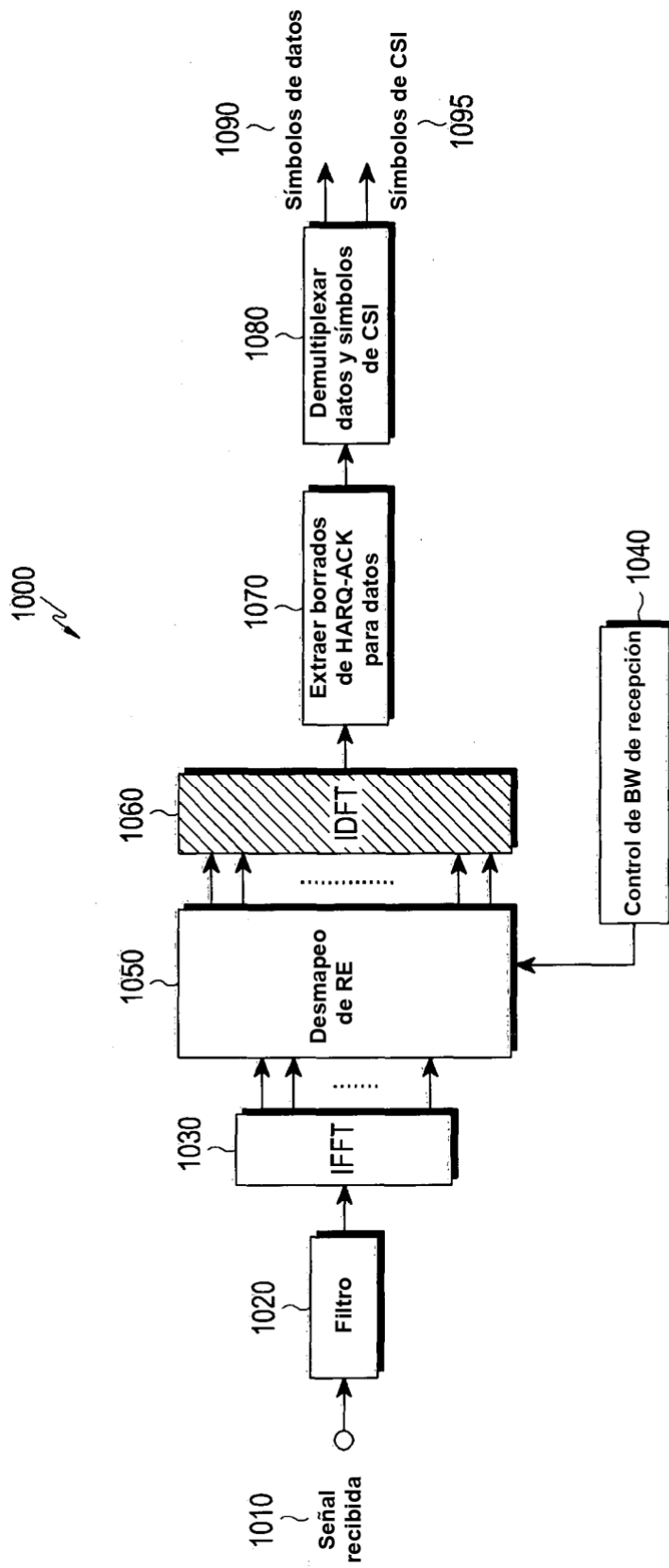


FIG.10

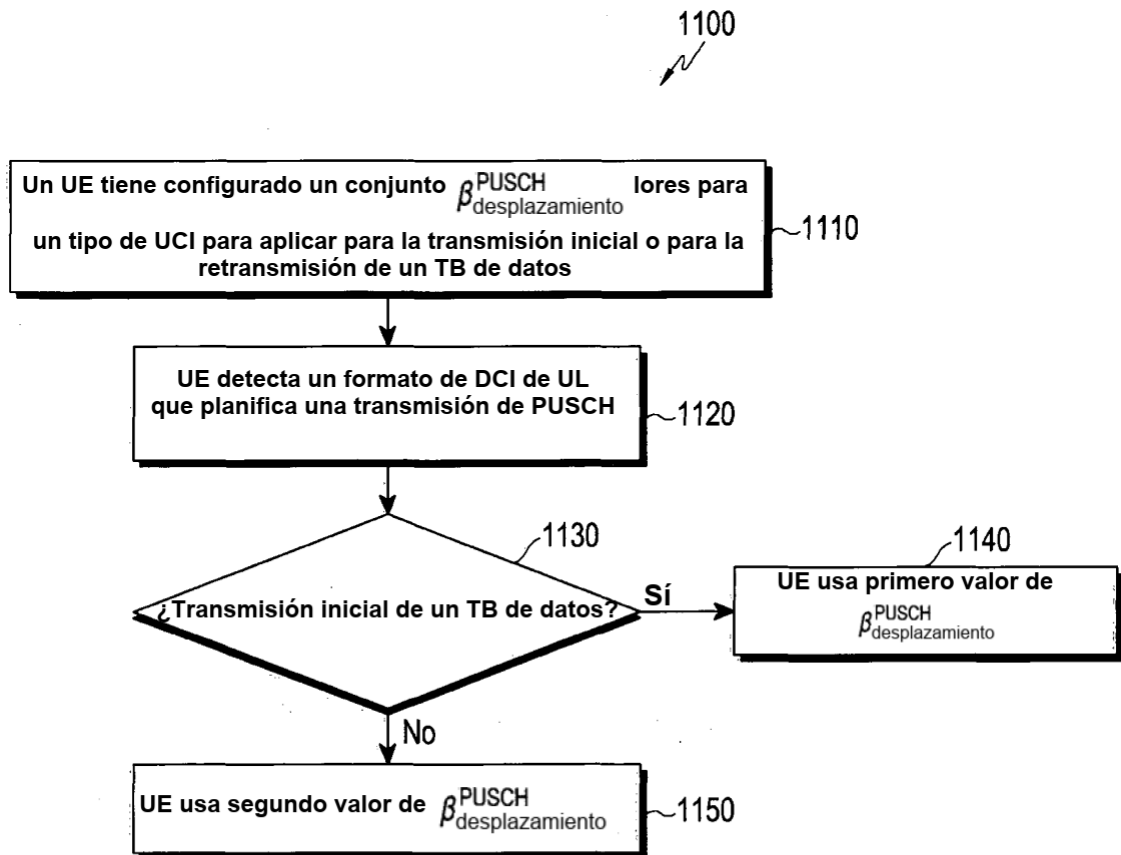


FIG.11

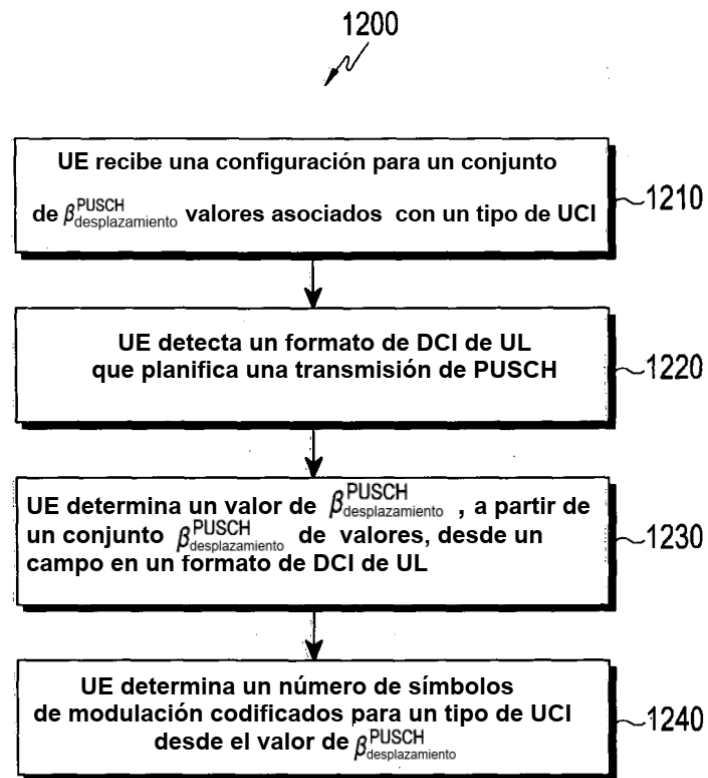


FIG.12

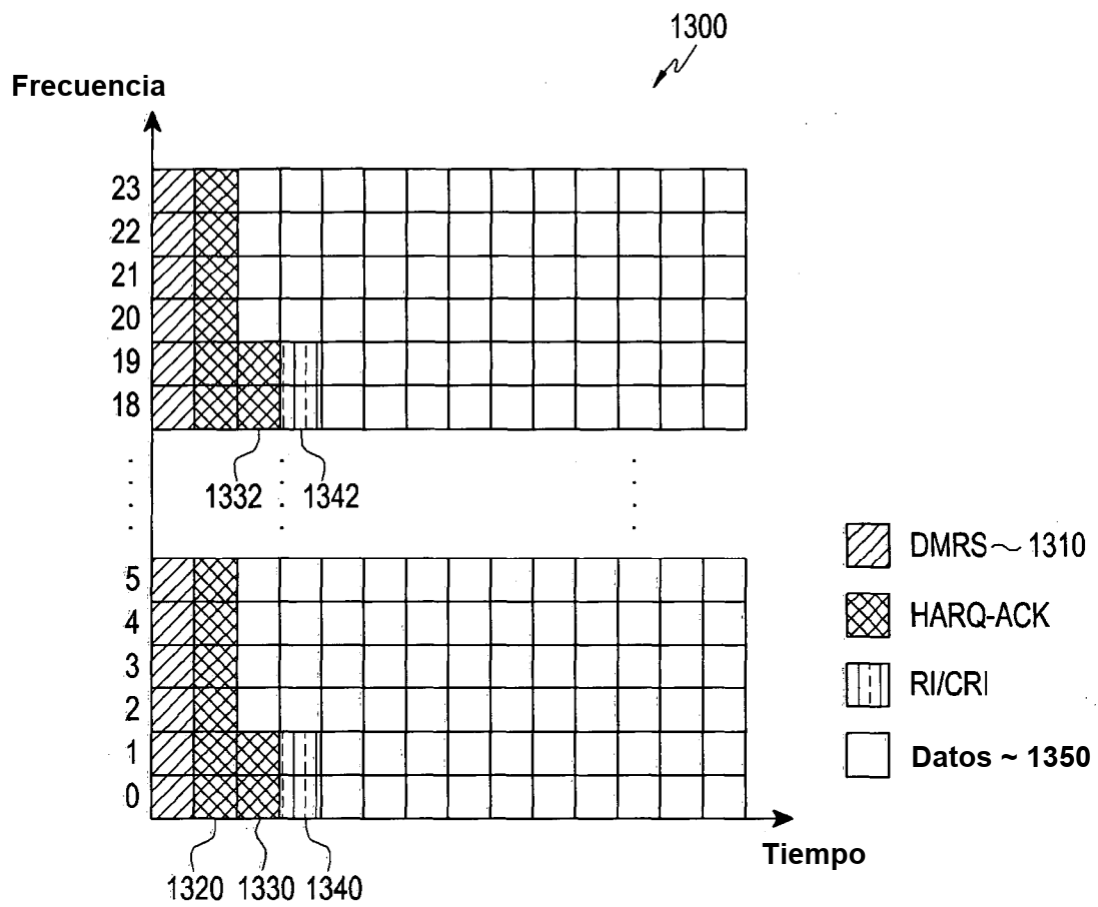


FIG.13

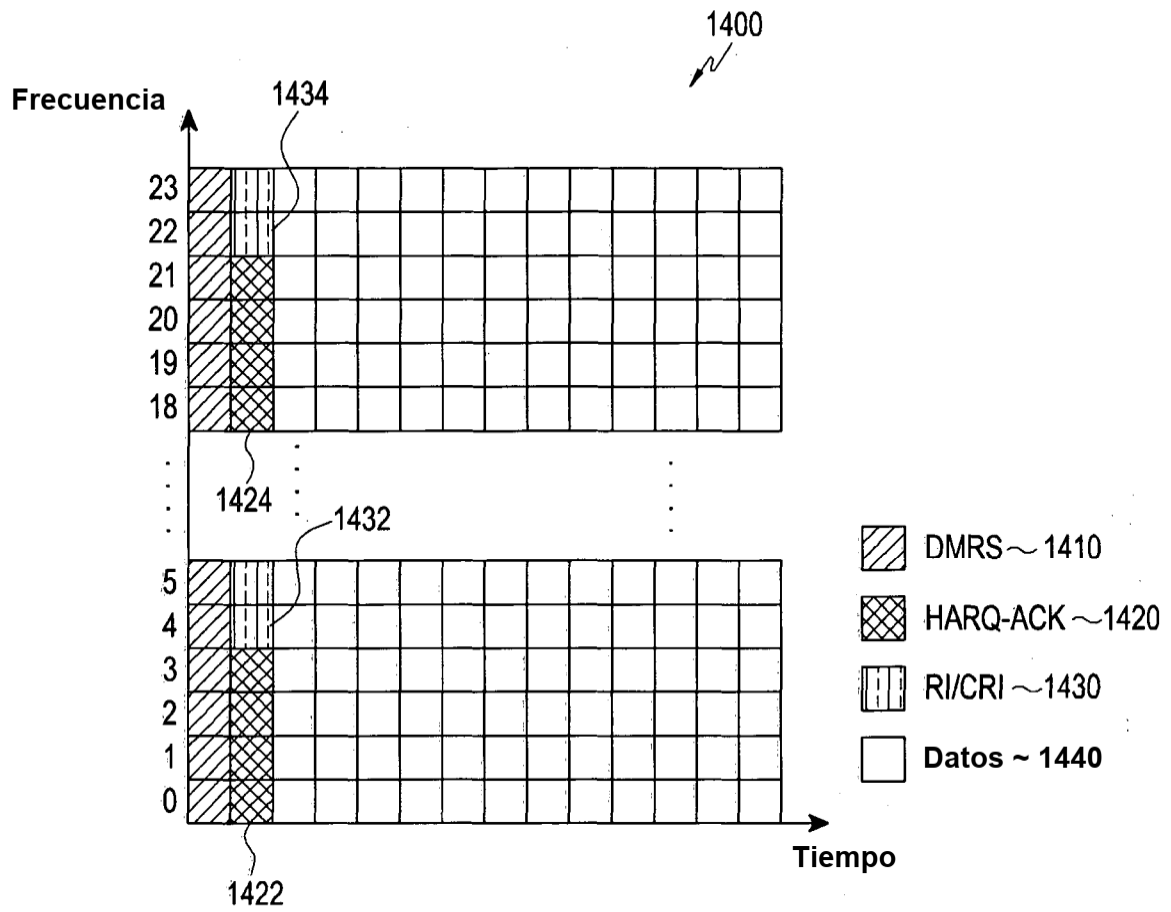


FIG.14

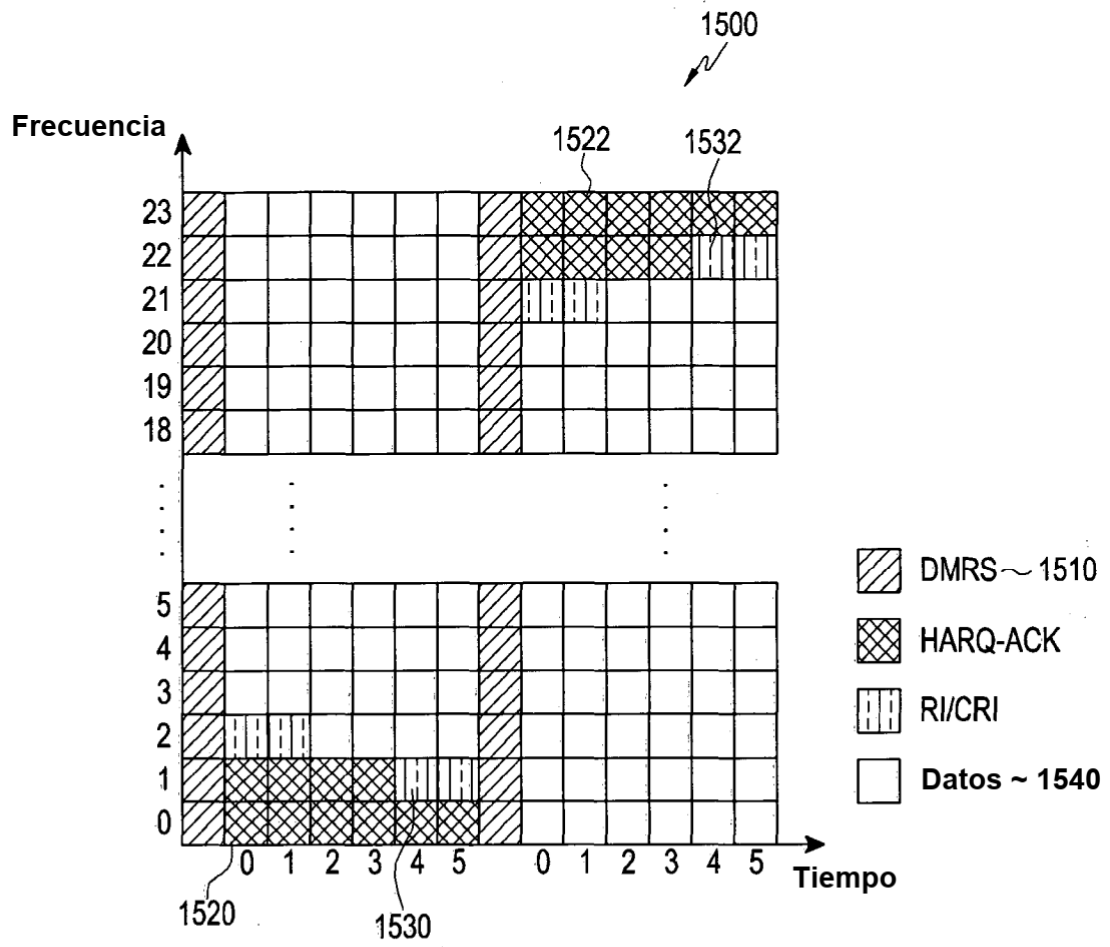


FIG.15

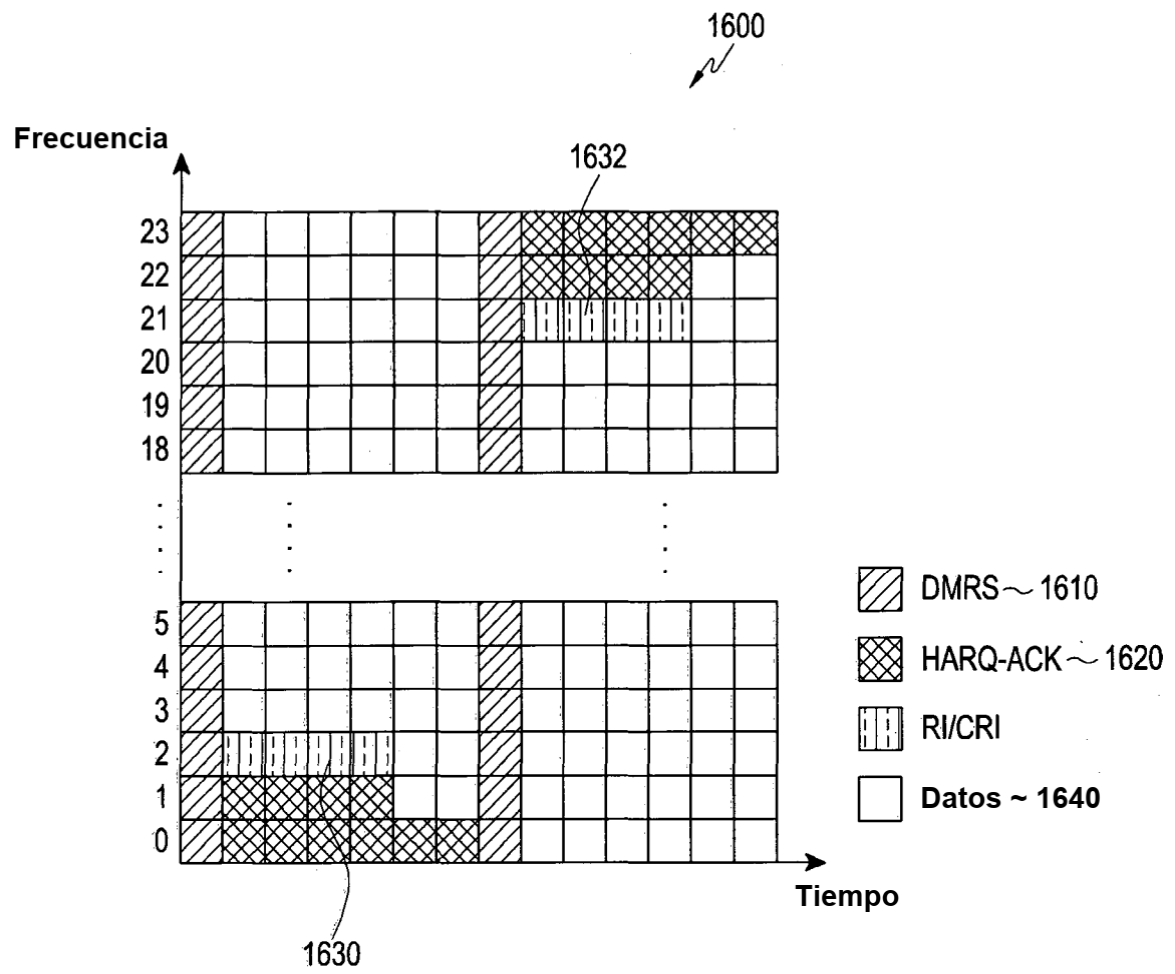


FIG.16

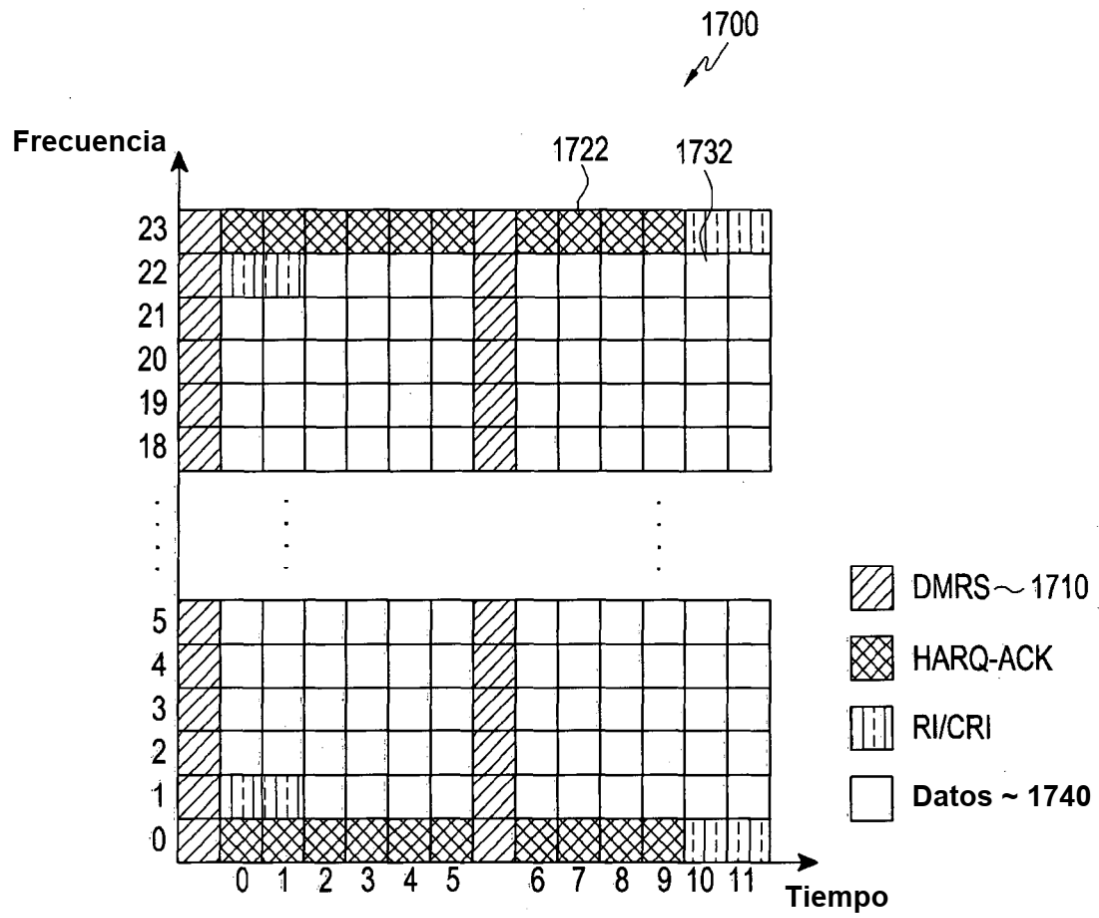


FIG.17

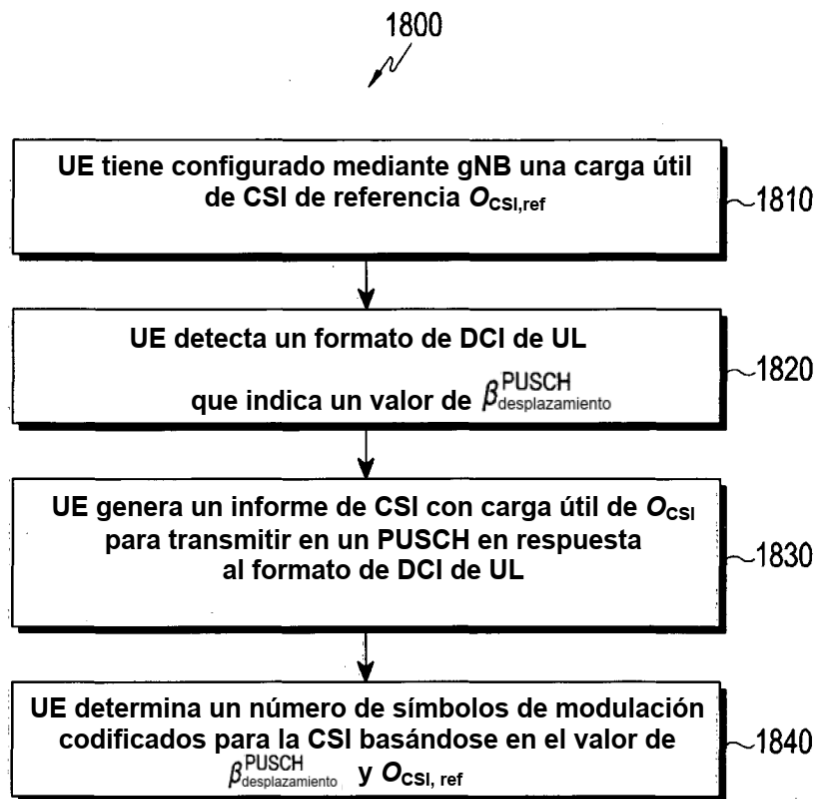


FIG.18

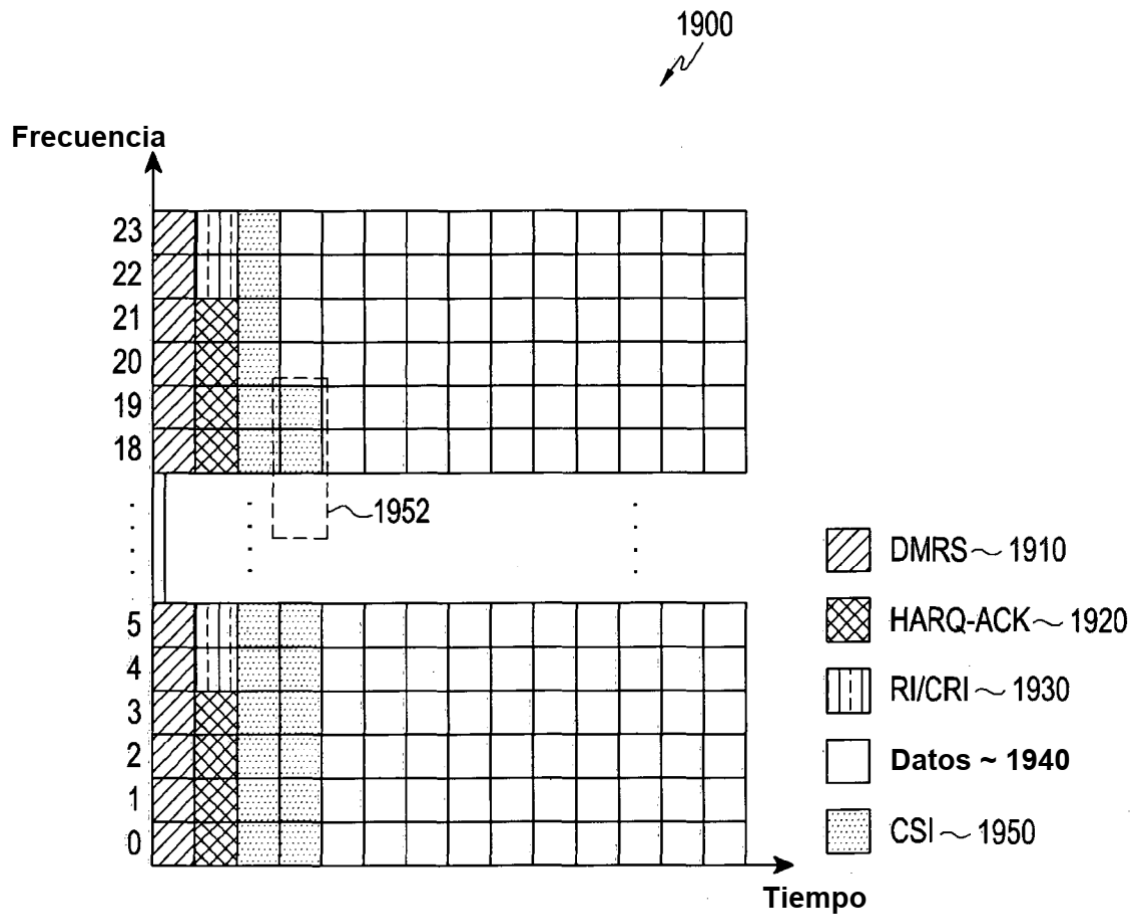


FIG.19

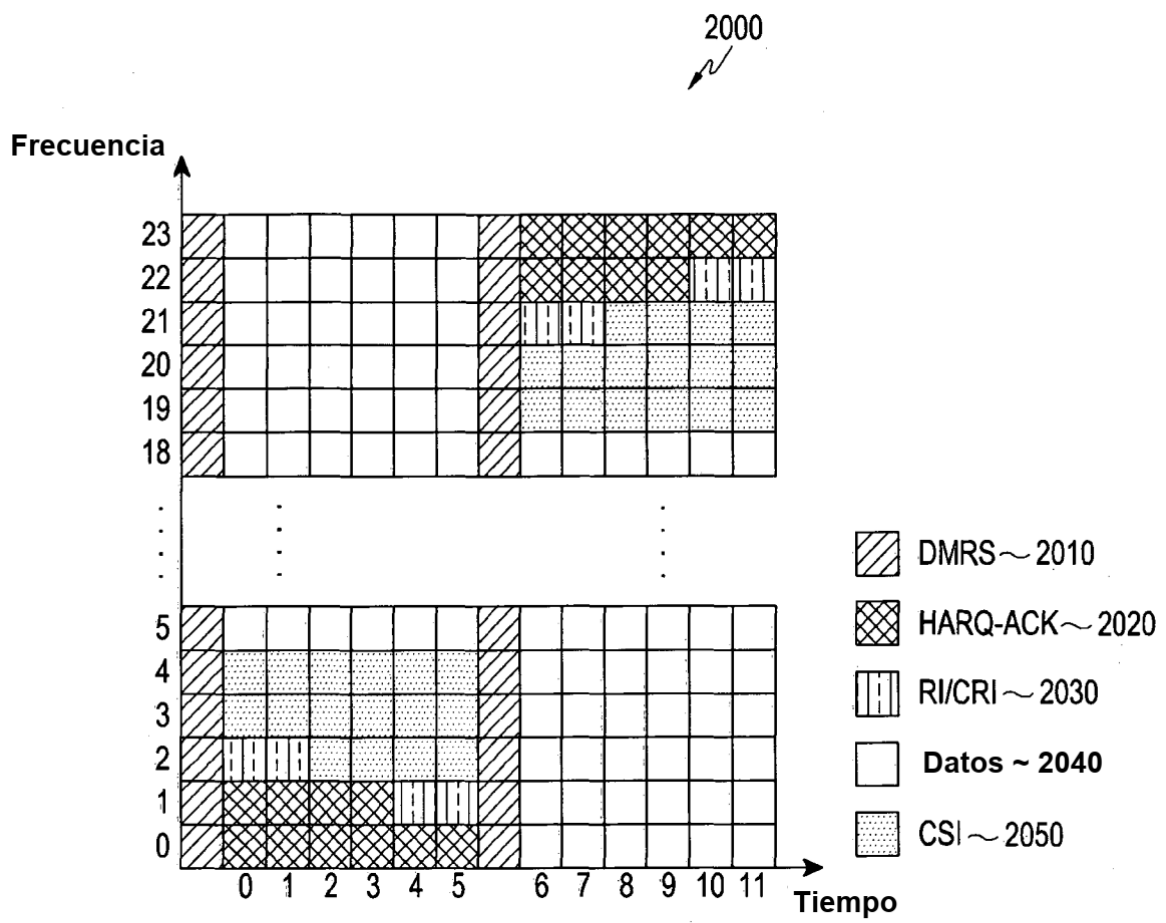


FIG.20

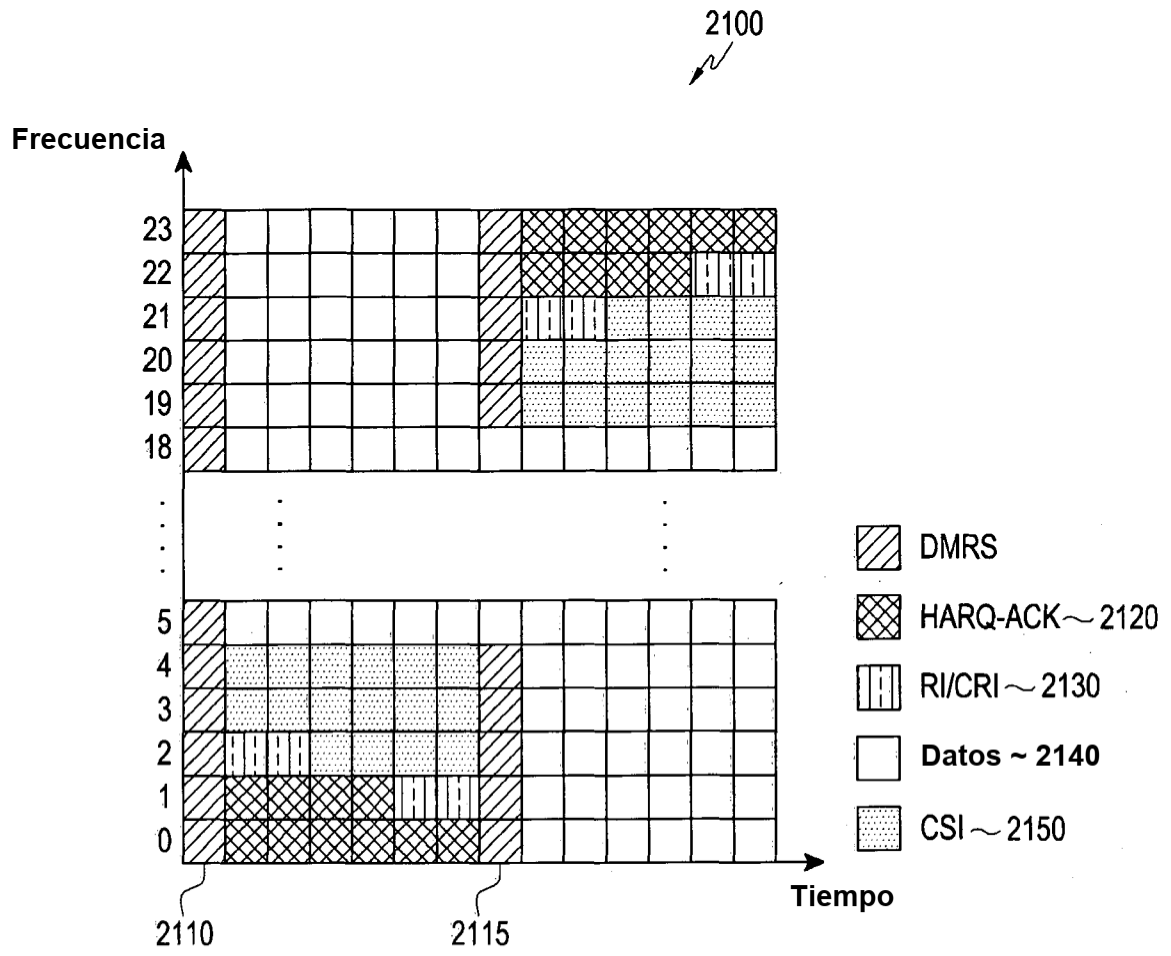


FIG.21

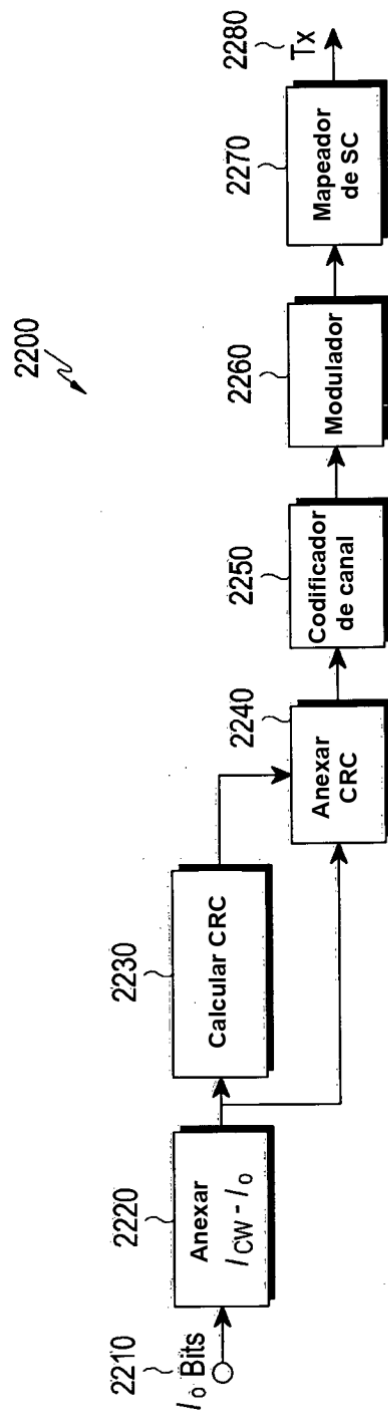


FIG.22

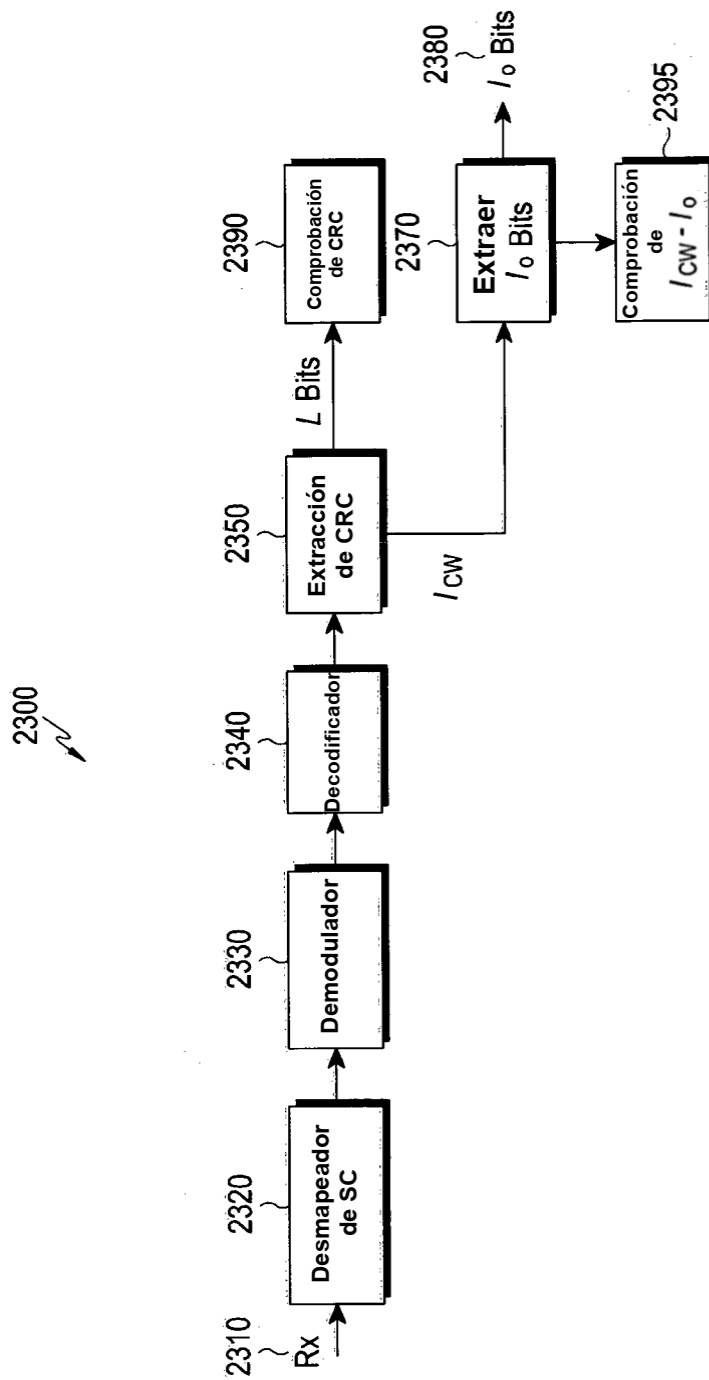


FIG.23

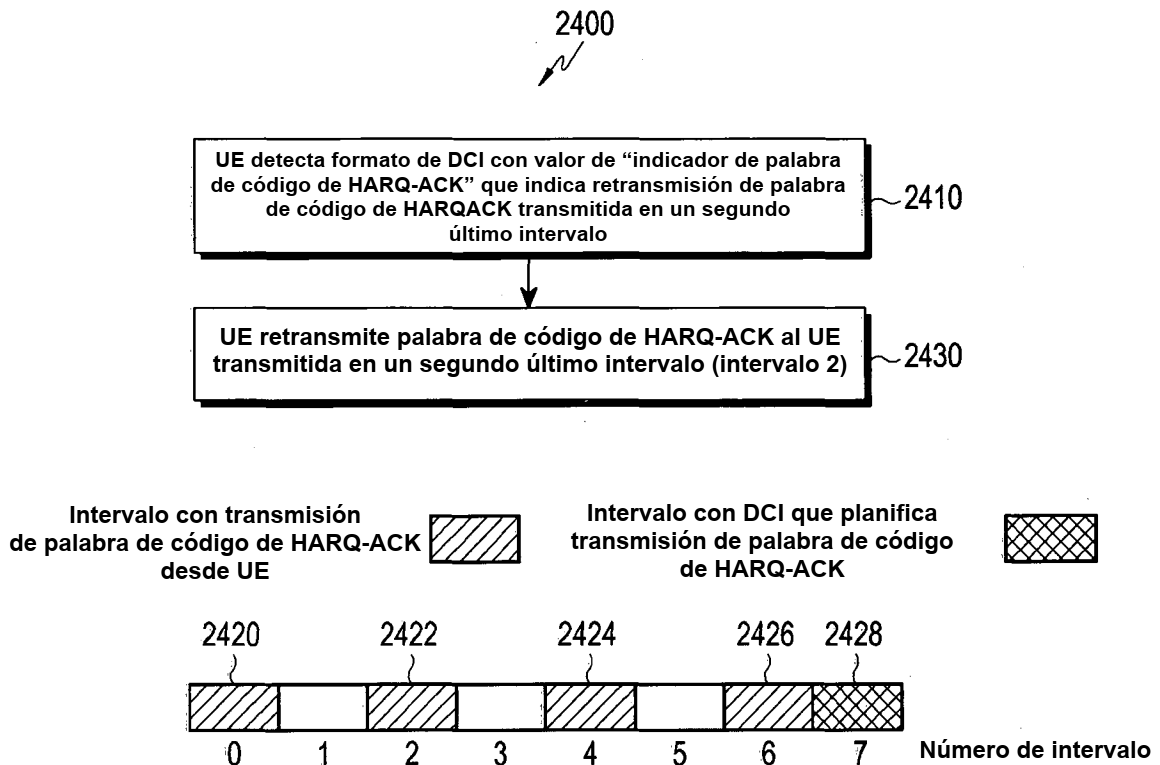


FIG.24

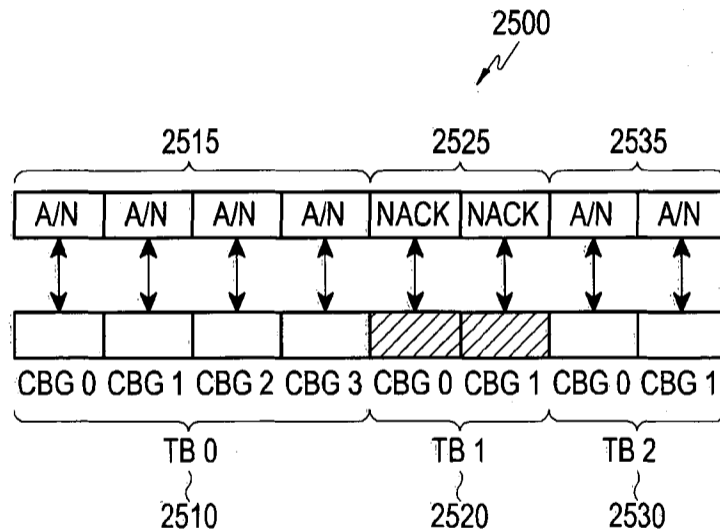


FIG.25

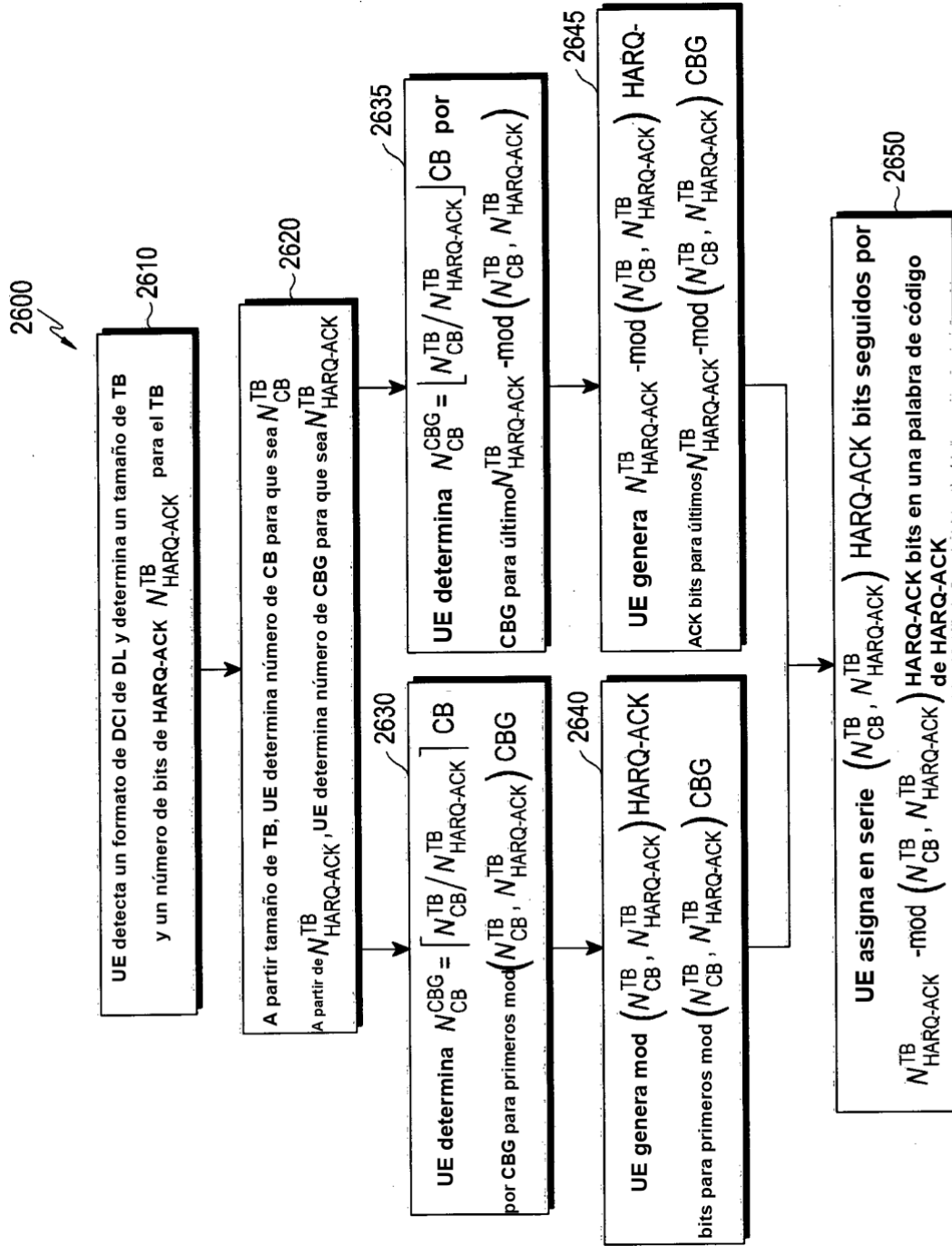


FIG.26

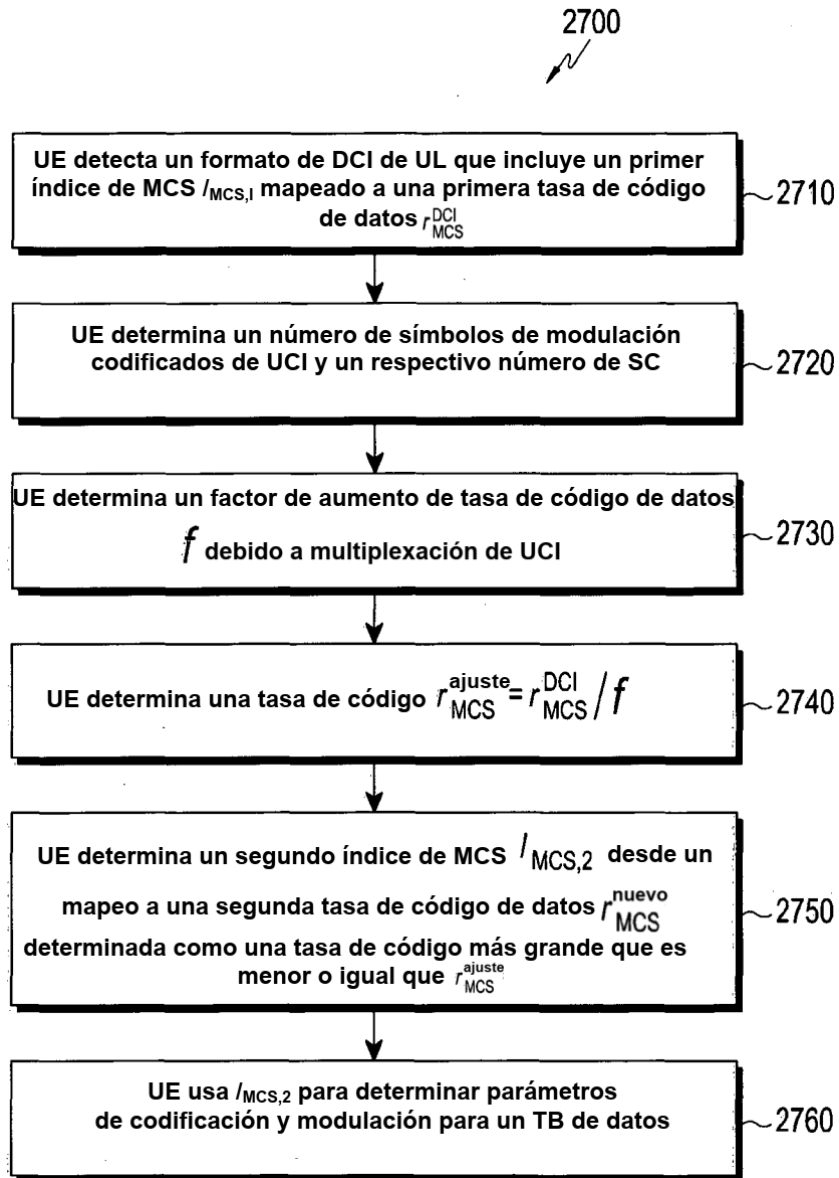


FIG.27

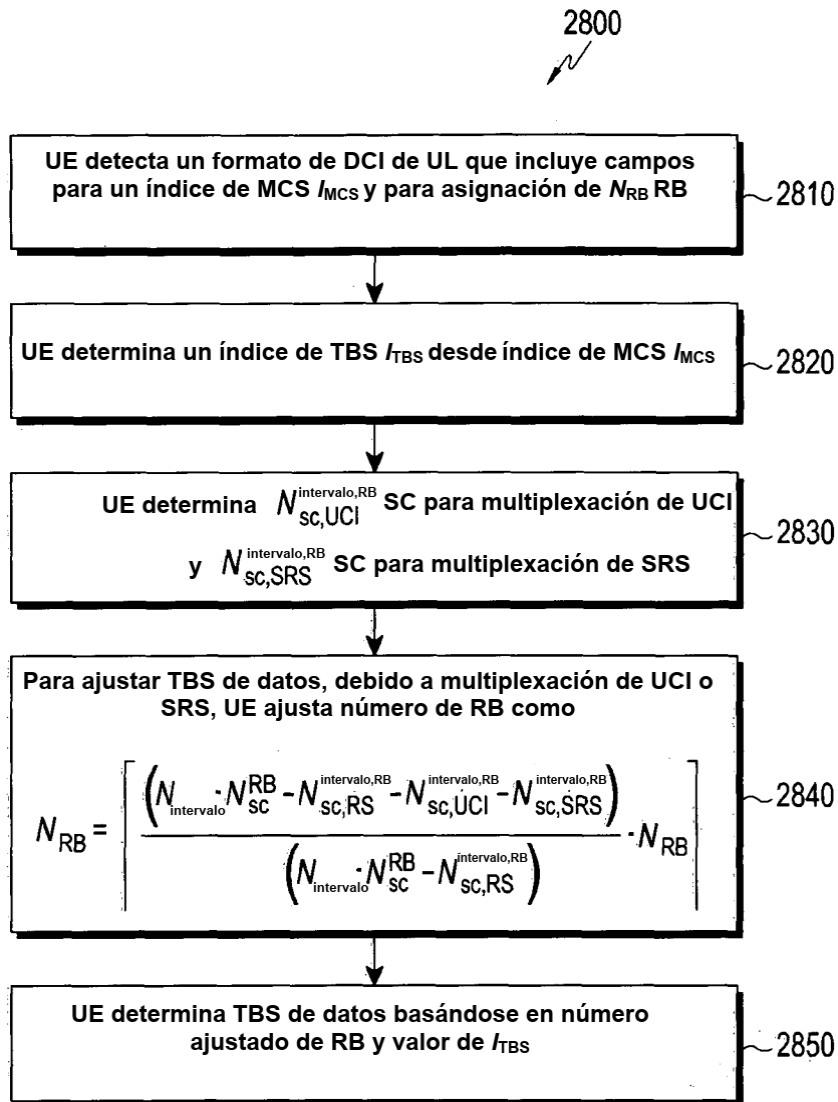


FIG.28