

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 797 083**

51 Int. Cl.:

H04L 1/16 (2006.01)

H04L 5/00 (2006.01)

H04W 72/12 (2009.01)

H04L 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.10.2010 E 17182403 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.04.2020 EP 3267610**

54 Título: **Transmisión de datos de control del enlace ascendente**

30 Prioridad:

01.10.2009 US 247679 P

12.02.2010 US 304370 P

01.04.2010 US 320172 P

02.04.2010 US 320494 P

30.04.2010 US 329743 P

18.06.2010 US 356316 P

18.06.2010 US 356250 P

18.06.2010 US 356449 P

18.06.2010 US 356281 P

13.08.2010 US 373706 P

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

01.12.2020

73 Titular/es:

INTERDIGITAL PATENT HOLDINGS, INC.

(100.0%)

200 Bellevue Parkway, Suite 300

Wilmington, DE 19809-3727, US

72 Inventor/es:

NAYEB NAZAR, SHAHROKH;

PAN, KYLE JUNG-LIN;

OLESEN, ROBERT L.;

PELLETIER, GHYSLAIN;

RUDOLF, MARIAN;

MARINIER, PAUL;

DENNEAN, CHARLES A.;

DICK, STEPHEN G.;

TSAI, ALLAN Y.;

CAVE, CHRISTOPHER R. y

KOO, CHANG-SOO

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 797 083 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

Transmisión de datos de control del enlace ascendente

Referencias cruzadas a solicitudes relacionadas

5 Esta solicitud reivindica el beneficio de la Solicitud Provisional de EE.UU. n.º 61/247.679, archivada el 1 de Octubre del 2009, la Solicitud Provisional de EE.UU. n.º 61/304.370, archivada el 12 de Febrero del 2010, la Solicitud Provisional de EE.UU. n.º 61/320.172, archivada el 1 de Abril del 2010, la Solicitud Provisional de EE.UU. n.º 61/320.494, archivada el 2 de Abril del 2010, la Solicitud Provisional de EE.UU. n.º 61/329.743, archivada el 30 de Abril del 2010, la Solicitud Provisional de EE.UU. n.º 61/356.250, archivada el 18 de Junio del 2010, la Solicitud Provisional de EE.UU. n.º 61/356.316, archivada el 18 de Junio del 2010, de la Solicitud Provisional de EE.UU. n.º 61/356.449, archivada el 18 de Junio del 2010, de la Solicitud Provisional de EE.UU. n.º 61/356.281, archivada el 18 de Junio del 2010, y la Solicitud Provisional de EE.UU. n.º 61/373.706, archivada el 13 de Agosto Octubre del 2010.

Antecedentes

15 Para soportar mayores tasas de datos y eficiencia espectral, el sistema de Evolución a Largo Plazo (LTE) del Proyecto de Asociación de 3ª Generación (3GPP) ha sido introducido en la Versión 8 del 3GPP (R8). (LTE Versión 8 puede ser referido aquí como LTE R8 o R8-LTE). En LTE, las transmisiones en el enlace ascendente son realizadas mediante el uso de Acceso Múltiple por División en Frecuencia de Portadora Única (SC-FDMA). En particular, el SC-FDMA usado en el enlace ascendente de LTE está basado en la tecnología de Multiplexación por División en Frecuencia Ortogonal Ensanchado de Transformada de Fourier Discreta (DFT-S-OFDM). Como se usa de aquí en adelante, los términos SC-FDMA y DFT-S-OFDM se usan indistintamente

20 En LTE, una unidad de transmisión/recepción inalámbrica (WTRU), referida de manera alternativa como un equipo de usuario (UE), transmite en el enlace ascendente mediante el uso de solo un conjunto limitado, contiguo de subportadoras asignadas en una disposición de Acceso Múltiple por División en Frecuencia (FDMA). Por ejemplo, si la señal de Multiplexación por División en Frecuencia Ortogonal (OFDM) general o ancho de banda del sistema en el enlace ascendente está compuesto de subportadoras útiles numeradas de 1 a 100, una primera WTRU dada puede ser asignada para transmitir en las subportadoras 1-12, una segunda WTRU puede ser asignada para transmitir en las subportadoras 13-24, y así sucesivamente. Mientras las diferentes WTRU pueden cada una transmitir dentro de solo un subconjunto del ancho de banda de transmisión disponible, un NodoB evolucionado (eNodoB) que da servicio a las WTRU puede recibir la señal del enlace ascendente compuesta a través del ancho de banda de transmisión completo.

30 LTE Avanzado (que incluye LTE Versión 10 (R10) y puede incluir futuras versiones tal como Versión 11, también referido aquí como LTE-A, LTE R10, o R10-LTE) es una mejora del estándar LTE que proporciona un camino de actualización de 4G totalmente compatible para las redes LTE y 3G. En LTE-A, la agregación de portadoras es soportada, y, a diferencia de LTE, múltiples portadoras de componentes (CC) pueden ser asignadas al enlace ascendente, enlace descendente, o ambos. Tales portadoras pueden ser asimétricas (un número de CC diferente puede ser asignado al enlace ascendente que el número de CC asignado al enlace descendente). Observe que las CC pueden también ser conocidas como celdas, y en esta descripción los términos se usan indistintamente.

40 Tanto en LTE como en LTE-A, existe la necesidad de transmitir cierta información de control del enlace ascendente (UCI) de capa 1/capa 2 (L1/2) para soportar la transmisión del enlace ascendente (UL), transmisión del enlace descendente (DL), planificación, múltiples-entradas múltiples-salidas (MIMO), etc. En LTE, si a una WTRU no se le ha asignado un recurso del enlace ascendente para la transmisión del UL de datos (por ejemplo, datos de usuario), tal como Canal Compartido del UL Físico (PUSCH), entonces la UCI L1/2 puede ser transmitida en un recurso del UL especialmente asignado para el control de L1/2 UL en un canal de control del enlace ascendente físico (PUCCH). Lo que se necesita en la técnica son sistemas y métodos para transmitir la UCI y otra señalización de control mediante el uso de las capacidades disponibles en un sistema LTE-A, que incluya agregación de portadoras.

45 El documento 3GPP TS 36.211 V8.8.0 especifica las opciones estándar de modulación, mezclado, ensanchamiento y de desplazamiento cíclico que se aplican a los diferentes formatos del LTE PUCCH.

El documento 3GPP R1-073616, "Signaling parameters for UL ACK/NACK resources" describe las operaciones de mezclado y ensanchamiento de bloques que se aplica a información ACK/NACK codificado para la transmisión sobre el PUCCH.

50 Compendio

La presente invención se relaciona con un método y el equipo correspondiente para transmitir bits ACK/NACK sobre el PUCCH, de acuerdo con las reivindicaciones adjuntas. Se proporcionan realizaciones no reivindicadas dentro de la descripción con el fin de mejorar la comprensión de la invención.

Breve descripción de los dibujos

- 5 La siguiente descripción detallada de realizaciones descritas se comprende mejor cuando se lee junto con los dibujos anexos. Para el propósito de la ilustración, se muestran en los dibujos realizaciones ejemplares; sin embargo, la materia objetivo no está limitada a los elementos específicos e instrumentalidades descritas. En los dibujos:
- La Figura 1A es un diagrama de sistema de un sistema de comunicaciones ejemplar en el cual una o más realizaciones descritas pueden implementarse.
- La Figura 1B es un diagrama de sistema de una unidad de transmisión/recepción inalámbrica (WTRU) ejemplar que puede usarse en el sistema de comunicaciones ilustrado en la Figura 1A.
- 10 La Figura 1C es un diagrama de sistema de una red de acceso por radio y una red central ejemplares que pueden usarse en el sistema de comunicaciones ilustrado en la Figura 1A.
- La Figura 2 ilustra una configuración del PUCCH ejemplar no limitante que puede usarse en algunos sistemas y métodos para transmitir datos de control del enlace ascendente.
- 15 La Figura 3 ilustra configuraciones de agregación de portadoras ejemplares no limitantes que pueden ser usadas por algunos métodos y sistemas para transmitir datos de control del enlace ascendente.
- La Figura 4 ilustra un sistema ejemplar no limitante para generar una subtrama del PUCCH en formato 1 que puede ser usada en algunos sistemas y métodos para transmitir datos de control del enlace ascendente.
- La Figura 5 ilustra un sistema ejemplar no limitante para generar una subtrama del PUCCH en formato 2 que puede ser usada en algunos sistemas y métodos para transmitir datos de control del enlace ascendente.
- 20 La Figura 6 es una representación gráfica de mejoras de rendimiento que pueden alcanzarse mediante el uso de una o más realizaciones descritas en este documento.
- La Figura 7 ilustra un método ejemplar no limitante para determinar un libro de códigos en base a las CC activadas según una realización de la presente descripción.
- 25 La Figura 8 ilustra un método ejemplar no limitante del uso de un número de secuencia en un comando de activación/desactivación según una realización de la presente descripción.
- La Figura 9 ilustra un método ejemplar no limitante de combinación de estados según una realización de la presente descripción.
- La Figura 10 ilustra un método ejemplar no limitante de combinación parcial o agrupación de estados según una realización de la presente descripción.
- 30 La Figura 11 ilustra un método ejemplar no limitante del uso de probabilidades de estados según una realización de la presente descripción.
- La Figura 12 ilustra un método ejemplar no limitante del uso de particiones según una realización de la presente descripción.
- 35 La Figura 13 ilustra un método ejemplar no limitante del uso de cantidades de NACK comparativas según una realización de la presente descripción.
- La Figura 14 ilustra una configuración ejemplar no limitante que usa empaquetado parcial en el dominio del tiempo con componente de multiplexación de portadora según una realización de la presente descripción.
- La Figura 15 ilustra una configuración ejemplar no limitante que usa indicadores de asignación del enlace descendente según una realización de la presente descripción.
- 40 La Figura 16 ilustra otra configuración ejemplar no limitante que usa indicadores de asignación del enlace descendente según una realización de la presente descripción.
- La Figura 17 ilustra una configuración ejemplar que usa indicadores del enlace descendente extendidos o indicadores de asignación del enlace descendente extendidos según una realización de la presente descripción.
- 45 La Figura 18 ilustra un método ejemplar no limitante de selección de un método de ubicación del PUCCH según una realización de la presente descripción.
- La Figura 19 ilustra una configuración del PUCCH ejemplar no limitante que puede ser usada en algunos sistemas y métodos para transmitir datos de control del enlace ascendente.

La Figura 20 ilustra un método ejemplar no limitante para usar la generación de información de control y alimentar la información de control de vuelta a una red según una realización de la presente descripción.

La Figura 21 ilustra un método ejemplar no limitante que codifica el PUCCH según una realización de la presente descripción.

5 La Figura 22 ilustra una correspondencia de señal de control ejemplar no limitante según una realización de la presente descripción.

La Figura 23 ilustra una estructura del PUCCH acertado ejemplar no limitante según una realización de la presente descripción.

10 La Figura 24 ilustra otra estructura del PUCCH acertado ejemplar no limitante según una realización de la presente descripción.

La Figura 25 ilustra una estructura de transmisión de realimentación ejemplar no limitante según una realización de la presente descripción.

La Figura 26 ilustra una estructura de transmisión de realimentación ejemplar no limitante según una realización de la presente descripción.

15 La Figura 27 ilustra una estructura del PUCCH ejemplar no limitante según una realización de la presente descripción.

La Figura 28 ilustra una estructura del PUCCH ejemplar no limitante según una realización de la presente descripción.

Descripción detallada de realizaciones ilustrativas

20 La Figura 1A es un diagrama de un sistema 100 de comunicaciones ejemplar en el cual una o más realizaciones descritas pueden ser implementadas. El sistema 100 de comunicaciones puede ser un sistema de acceso múltiple que proporciona contenido, tal como voz, datos, video, mensajería, difusión, etc., a múltiples usuarios inalámbricos. El sistema 100 de comunicaciones puede habilitar a múltiples usuarios inalámbricos a acceder a tal contenido a través de la compartición de recursos del sistema, incluyendo ancho de banda inalámbrico. Por ejemplo, los sistemas 100 de comunicaciones pueden emplear uno o más métodos de acceso al canal, tal como acceso múltiple por división de código (CDMA), acceso múltiple por división en el tiempo (TDMA), acceso múltiple por división en frecuencia (FDMA), FDMA ortogonal (OFDMA), FDMA de portadora única (SC-FDMA), y similares.

25 Como se muestra en la Figura 1A, el sistema 100 de comunicaciones puede incluir unidades de transmisión/recepción inalámbricas (WTRU) 102a, 102b, 102c, 102d, una red 104 de acceso por radio (RAN), una red 106 central, una red 108 de telefonía conmutada pública (PSTN), Internet 110, y otras redes 112, aunque se apreciará que las realizaciones descritas contemplan cualquier número de WTRU, estaciones base, redes, y/o elementos de red. Cada una de las WTRU 102a, 102b, 102c, 102d puede ser cualquier tipo de dispositivo configurado para operar y/o comunicarse en un entorno inalámbrico. A modo de ejemplo, las WTRU 102a, 102b, 102c, 102d pueden configurarse para transmitir y/o recibir señales inalámbricas y pueden incluir equipo de usuario (UE), una estación móvil, una unidad de abonado fija o móvil, un buscapersonas, un teléfono celular, un asistente digital personal (PDA), un teléfono inteligente, un ordenador portátil, un ordenador portátil reducido, un ordenador personal, un sensor inalámbrico, electrónica de consumo, y similares.

30 Los sistemas 100 de comunicaciones pueden también incluir una estación 114a base y una estación 114b base. Cada una de las estaciones 114a, 114b base pueden ser de cualquier tipo de dispositivo configurado para hacer de interfaz de manera inalámbrica con al menos una de las WTRU 102a, 102b, 102c, 102d para facilitar el acceso a una o más redes de comunicaciones, tal como la red 106 central, Internet 110, y/o la redes 112. A modo de ejemplo, las estaciones 114a, 114b base pueden ser una estación transceptora base (BTS), un NodoB, un eNodoB, un NodoB Local, un eNodoB Local, un controlador de sitio, un punto de acceso (AP), un enrutador inalámbrico, y similares. Mientras las estaciones 114a, 114b base son representadas cada una como elementos únicos, se apreciará que las estaciones 114a, 114b pueden incluir cualquier número de estaciones base interconectadas y/o elementos de red.

35 La estación 114a base puede ser parte de la RAN 104, que puede también incluir otras estaciones base y/o elementos de red (no mostrados), tal como un controlador de estación base (BSC), un controlador de red de radio (RNC), nodos de retransmisión, etc. La estación 114a base y/o la estación 114b base pueden configurarse para transmitir y/o recibir señales inalámbricas dentro de una región geográfica particular, que se puede referir como una celda (no mostrada). La celda puede además dividirse en sectores de celda. Por ejemplo, la celda asociada con la estación 114a base puede dividirse en tres sectores. Así, en una realización, la estación 114a base puede incluir tres transceptores, esto es, uno por cada sector de la celda. En otra realización, la estación 114a base puede emplear tecnología de múltiple-entradas múltiples-salidas (MIMO) y, por lo tanto, puede utilizar múltiples transceptores para cada sector de la celda.

Las estaciones 114a, 114b base pueden comunicarse con una o más WTRU 102a, 102b, 102c, 102d sobre una interfaz 116 de aire, que puede ser cualquier enlace de comunicación inalámbrico adecuado (por ejemplo, frecuencias de radio (RF), microondas, infrarrojo (IR), ultravioleta (UV), luz visible, etc.). La interfaz 116 de aire puede establecerse mediante el uso de cualquier tecnología de acceso por radio (RAT).

5 Más específicamente, como se observó anteriormente, el sistema 100 de comunicaciones puede ser un sistema de acceso múltiple y puede emplear uno o más esquemas de acceso de canal, tal como CDMA, TDMA, FDMA, OFDMA, SC-FDMA, y similares. Por ejemplo, la estación 114a base en la RAN 104 y las WTRU 102a, 102b, 102c pueden implementar una tecnología de radio tal como Acceso por Radio Terrestre (UTRA) del Sistema de Telecomunicaciones Móviles Universal (UMTS), que puede establecer la interfaz 116 de aire mediante el uso de
10 CDMA de banda ancha (WCDMA). WCDMA puede incluir protocolos de comunicación tal como Acceso de Paquetes de Alta Velocidad (HSPA) y/o HSPA Evolucionado (HSPA+). HSPA puede incluir Acceso de Paquetes del Enlace Descendente de Alta Velocidad (HSDPA) y/o Acceso de Paquetes del Enlace Ascendente de Alta Velocidad (HSUPA).

15 En otra realización, la estación 114a base y las WTRU 102a, 102b, 102c pueden implementar una tecnología de radio tal como Acceso por Radio Terrestre UMTS Evolucionado (E-UTRA), que puede establecer la interfaz 106 de aire mediante el uso de Evolución a Largo Plazo (LTE) y/o LTE-Avanzado (LTE-A).

20 En otras realizaciones, la estación 114a base y las WTRU 102a, 102b, 102c pueden implementar tecnologías de radio tal como IEEE 802.16 (esto es, Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas (WiMAX)), CDMA2000, CDMA2000 1X, CDMA2000 EV-DO, Estándar Interim 2000 (IS-2000), Estándar Interim 95 (IS-95), Estándar Interim 856 (IS-856), Sistema Global para comunicaciones Móviles (GSM), tasas de Datos Mejoradas para la Evolución de GSM (EDGE), EDGE GSM (GERAN), y similares.

25 La estación 114b base en la FIG. 1A, puede ser un enrutador inalámbrico, Nodo B Local, eNodoB Local, o punto de acceso, por ejemplo, y puede usar cualquier RAT adecuado para facilitar conectividad inalámbrica en un área localizada, tal como un sitio de negocios, un hogar, un vehículo, un campus, y similares. En una realización, la estación 114b base y las WTRU 102c, 102d pueden implementar una tecnología de radio tal como IEEE 802.11 para establecer una red de área local inalámbrica (WLAN). En otra realización, la estación 114b base y las WTRU 102c, 102d pueden implementar una tecnología de radio tal como IEEE 802.15 para establecer una red de área personal inalámbrica (WPAN). En aun otra realización, la estación 114b base y las WTRU 102c, 102d pueden usar una RAT
30 basada en celda (por ejemplo, WCDMA, CDMA2000, GSM, LTE, LTE-A, etc.) para establecer una celda pico o una celda femto. Como se muestra en la FIG. 1A, la estación 114b base puede tener una conexión directa a Internet 110. Así, la estación 114b base puede no requerir acceso a Internet 110 a través de la red 106 central.

35 La RAN 104 puede estar en comunicación con la red 106 central, que puede ser cualquier tipo de red configurada para proporcionar servicios de voz, datos, aplicaciones, y/o voz sobre el protocolo de internet (VoIP) a una o más de las WTRU 102a, 102b, 102c, 102d. Por ejemplo, la red 106 central puede proporcionar control de llamadas, servicios de facturación, servicios basados en la ubicación móvil, llamadas prepago, conectividad a Internet, distribución de video, etc., y/o realizar funciones de seguridad de alto nivel, tal como autenticación de usuario. Aunque no se muestra en la FIG. 1A, se apreciará que la RAN 104 y/o la red 106 central pueden estar en comunicación directa o indirecta con otras RAN que emplean la misma RAT que la RAN 104 o una RAT diferente. Por ejemplo, además de estar conectada a la RAN 104, pueden estar utilizando una tecnología de radio E-UTRA, la red 106 central puede
40 también estar en comunicación con otra RAN (no mostrada) que emplea una tecnología de radio GSM.

45 La red 106 central puede también servir como una puerta de enlace para las WTRU 102a, 102b, 102c, 102d para acceder a la PSTN 108, Internet 110, y/u otras redes 112. La PSTN 108 puede incluir redes de telefonía de conmutación de circuitos que proporciona servicio telefónico ordinario (POTS). Internet 110 puede incluir un sistema global de redes de ordenadores interconectados y dispositivos que usan protocolos de comunicación comunes, tal como el protocolo de control de transmisión (TCP), protocolo de datagramas de usuario (UDP) y el protocolo de internet (IP) en el juego de protocolos de internet TCP/IP. Las redes 112 pueden incluir redes de comunicaciones por cable o inalámbricas propiedad y/u operadas por otros proveedores de servicio. Por ejemplo, las redes 112 pueden incluir otras redes centrales conectadas a una o más RAN, que pueden emplear la misma RAT que la RAN 104 o una RAT diferente.

50 Algunas o todas las WTRU 102a, 102b, 102c, 102d en el sistema 100 de comunicaciones pueden incluir capacidades multimodo, esto es, las WTRU 102a, 102b, 102c, 102d pueden incluir múltiples transceptores para comunicarse con diferentes redes inalámbricas sobre diferentes enlaces inalámbricos. Por ejemplo, la WTRU 102c mostrada en la FIG. 1A puede configurarse para comunicarse con la estación 114a base, que puede emplear una tecnología de radio basada en celda, y con la estación 114b, que puede emplear una tecnología de radio IEEE 802.

55 La Figura 1B es un diagrama de sistema de una WTRU 102 ejemplar. Como se muestra en la FIG. 1B, la WTRU 102 puede incluir un procesador 118, un transceptor 120, un elemento 122 de transmisión/recepción, un altavoz/micrófono 124, un teclado 126, un elemento de presentación/superficie táctil 128, una memoria 130 no desmontable, una memoria 132 desmontable, una fuente 134 de alimentación, un chipset 136 de sistema de

posicionamiento global (GPS), y otros periféricos 138. Se apreciará que la WTRU 102 puede incluir cualquier subcombinación de los elementos anteriores mientras que permanezca consistente con una realización.

El procesador 118 puede ser un procesador de propósito general, un procesador de propósito especial, un procesador convencional, un procesador de señal digital (DSP), una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores en asociación con un DSP central, un controlador, un microcontrolador, Circuitos Integrados de Aplicación Específicas (ASIC), Matriz de Puertas Programables (FPGA), cualquier otro tipo de circuito integrado (IC), una máquina de estados, y similares. El procesador 118 puede realizar codificación de señal, procesamiento de datos, control de potencia, procesamiento de entrada/salida, y/o cualquiera otra funcionalidad que habilite a la WTRU 102 para operar en un entorno inalámbrico. El procesador 118 puede conectarse al transceptor 120, que puede estar conectado al elemento 122 de transmisión/recepción. Mientras la FIG. 1B representa el procesador 118 y el transceptor 120 como componentes separados, se apreciará que el procesador 118 y el transceptor 120 pueden estar integrados juntos en un paquete o chip electrónico.

El elemento 122 de transmisión/recepción puede configurarse para transmitir señales hacia, o recibir señales desde, una estación base (por ejemplo, la estación 114a base) sobre la interfaz 116 de aire. Por ejemplo, en una realización, el elemento 122 de transmisión/recepción puede ser una antena configurada para transmitir y/o recibir señales de RF. En otra realización, el elemento 122 de transmisión/recepción puede ser un emisor/detector configurado para transmitir y/o recibir señales de IR, UV, o de luz visible, por ejemplo. En aun otra realización, el elemento 122 de transmisión/recepción puede configurarse para transmitir y recibir tanto señales de RF como de luz. Se apreciará que el elemento 122 de transmisión/recepción puede configurarse para transmitir y/o recibir cualquier combinación de señales inalámbricas.

Además, aunque el elemento 122 de transmisión/recepción es representado en la FIG. 1B como un único elemento, la WTRU 102 puede incluir cualquier número de elementos 122 de transmisión/recepción. Más específicamente, la WTRU 102 puede emplear tecnología MIMO. Así, en una realización, la WTRU 102 puede incluir dos o más elementos 122 de transmisión/recepción (por ejemplo, antenas múltiples) para transmitir y recibir señales inalámbricas sobre la interfaz 116 del aire.

El transceptor 120 puede configurarse para modular las señales que han de ser transmitidas por el elemento 122 de transmisión/recepción y para demodular las señales que son recibidas por el elemento 122 de transmisión/recepción. Como se observó anteriormente, la WTRU 102 puede tener capacidades multimodo. Así, el transceptor 120 puede incluir múltiples transceptores para habilitar a la WTRU 102 a comunicarse a través de múltiples RAT, tal como UTRA y IEEE 802.11, por ejemplo.

El procesador 118 de la WTRU 102 puede estar conectado a, y puede recibir datos de entrada de usuario desde, el altavoz/micrófono 124, el teclado 126, y/o el elemento de presentación/superficie táctil 128 (por ejemplo, una unidad de presentación de elemento de presentación de cristal líquido (LCD) o unidad de presentación de diodo emisor de luz orgánico (OLED)). El procesador 118 puede también sacar datos de usuario al altavoz/micrófono 124, el teclado 126 y/o el elemento de presentación/superficie táctil 128. Además, el procesador 118 puede acceder a información desde, y almacenar datos en, cualquier tipo de memoria adecuada, tal como la memoria 130 no desmontable y/o la memoria 132 desmontable. La memoria 130 no desmontable puede incluir memoria de acceso aleatorio (RAM), memoria de solo lectura (ROM), un disco duro, o cualquier otro tipo de dispositivo de almacenamiento de memoria. La memoria 132 desmontable puede incluir una tarjeta de módulo de identidad de abonado (SIM), una tarjeta de memoria de Sony, una tarjeta de memoria de Secure Digital (SD) y similares. En otras realizaciones, el procesador 118 puede acceder a información desde, y almacenar datos en, la memoria que no está físicamente ubicada en la WTRU 102, tal como en un servidor o un ordenador personal (no mostrado).

El procesador 118 puede recibir alimentación desde la fuente 134 de alimentación, y puede configurarse para distribuir y/o controlar la alimentación a otros componentes en la WTRU 102. La fuente 134 de alimentación puede ser cualquier dispositivo adecuado para alimentar la WTRU 102. Por ejemplo, la fuente 134 de alimentación puede incluir una o más baterías de célula seca (por ejemplo, níquel-cadmio (NiCd), níquel-zinc (NiZn), níquel metal hidruro (NiMH), ion-litio (Li-ion), etc.), células solares, células de combustible, y similares.

El procesador 118 puede también conectarse al chipset 136 de GPS, que puede estar configurado para proporcionar información de localización (por ejemplo, longitud y latitud) al respecto de la localización actual de la WTRU 102. Además de, o en lugar de, la información desde el chipset 136 de GPS, la WTRU 102 puede recibir información de localización sobre la interfaz 116 del aire desde una estación base (por ejemplo, estaciones 114a, 114b base) y/o determinar su localización en base a la temporización de las señales que se reciben desde dos o más estaciones base cercanas. Se apreciará que la WTRU 102 puede adquirir información de localización por medio de cualquier método de localización-determinación adecuado mientras permanezca consistente con una realización.

El procesador 118 puede además conectarse a otros periféricos 138, que pueden incluir uno o más módulos de software y/o hardware que proporcionan características, funcionalidad y/o conectividad por cable o inalámbrica adicionales. Por ejemplo, los periféricos 138 pueden incluir un acelerómetro, una brújula electrónica, un transceptor por satélite, una cámara digital (para fotografías o video), un puerto de bus serie universal (USB), un dispositivo de vibración, un transceptor de televisión, unos auriculares manos libres, un módulo de Bluetooth®, una unidad de radio

modulada en frecuencia (FM), un reproductor de música digital, un reproductor de medios, un módulo video consola, un navegador de Internet, y similares.

La Figura 1C es un diagrama de sistema de la RAN 104 y la red 106 central según una realización. Como se observó anteriormente, la RAN 104 puede emplear una tecnología de radio E-UTRA para comunicarse con las WTRU 102a, 102b, 102c sobre la interfaz 116 del aire. La RAN 104 puede también estar en comunicación con la red 106 central.

La RAN 104 puede incluir eNodosB 140a, 140b, 140c, aunque se apreciará que la RAN 104 puede incluir cualquier número de eNodosB mientras permanezca consistente con una realización. Los eNodosB 140a, 140b, 140c pueden cada uno incluir uno o más transceptores para comunicarse con las WTRU 102a, 102b, 102c sobre la interfaz 116 del aire. En una realización, los eNodosB 140a, 140b, 140c pueden implementar tecnología MIMO. Así, el eNodoB 140a, por ejemplo, puede usar antenas múltiples para transmitir señales inalámbricas hacia, y recibir señales inalámbricas desde, la WTRU 102a.

Cada uno de los eNodosB 140a, 140b, 140c puede asociarse con una celda particular (no mostrada) y puede configurarse para manejar decisiones de gestión de recursos de radio, decisiones de trasposos, planificación de usuarios en el enlace ascendente y/o enlace descendente, y similares. Como se muestra en la FIG. 1C, los eNodosB 140a, 140b, 140c pueden comunicarse entre sí a través de una interfaz X2.

La red 106 central mostrada en la FIG. 1C puede incluir una puerta de enlace 142 de gestión de movilidad (MME), una puerta de enlace 144 servidora, y una puerta de enlace 146 de red de datos de paquetes (PDN). Mientras cada uno de los anteriores elementos son representados como parte de la red 106 central, se apreciará que cualquiera de esos elementos puede ser propiedad y/u operado por una entidad diferente al operador de red central.

El MME 142 puede estar conectado a cada uno de los eNodosB 142a, 142b, 142c en la RAN 104 a través de una interfaz S1 y puede servir como un nodo de control. Por ejemplo, el MME 142 puede ser responsable de autenticar usuarios de la WTRU 102a, 102b, 102c, activación/desactivación de portadora, seleccionar una puerta de enlace servidora particular durante una vinculación de las WTRU 102a, 102b, 102c, y similares. El MME 142 puede también proporcionar una función de plano de control para conmutar entre la RAN 104 y otras RAN (no mostradas) que emplean otras tecnologías de radio, tal como GSM o WCDMA.

La puerta de enlace 144 servidora puede conectarse a cada uno de los eNodosB 140a, 140b, 140c en la RAN 104 a través de la interfaz S1. La puerta de enlace 144 servidora puede generalmente enrutar y enviar paquetes de datos de usuario hacia/desde las WTRU 102a, 102b, 102c. La puerta de enlace 144 servidora puede también realizar otras funciones, tal como anclar planes de usuario durante los trasposos entre eNodosB, desencadenar un aviso cuando hay disponibles datos del enlace descendente para las WTRU 102a, 102b, 102c, gestionar y almacenar contextos de las WTRU 102a, 102b, 102c, y similares.

La puerta de enlace 144 servidora puede también conectarse a la puerta de enlace 146 de la PDN, que puede proporcionar a las WTRU 102a, 102b, 102c con acceso a redes de conmutación de paquetes, tal como Internet 110, para facilitar la comunicación entre las WTRU 102a, 102b, 102c y dispositivos habilitados para IP.

La red 106 central puede facilitar comunicaciones con otras redes. Por ejemplo, la red 106 central puede proporcionar a las WTRU 102a, 102b, 102c acceso a redes de conmutación de circuitos, tal como la PSTN 108, para facilitar comunicaciones entre las WTRU 102a, 102b, 102c y dispositivos de comunicaciones de línea terrestre tradicionales. Por ejemplo, la red 106 central puede incluir, o comunicarse con, una puerta de enlace de IP (por ejemplo, un servidor de subsistema multimedia de IP (IMS)) que sirve como una interfaz entre la red 106 central y la PSTN 108. Además, la red 106 central puede proporcionar a las WTRU 102a, 102b, 102c acceso a las redes 112, que pueden incluir otras redes por cable o inalámbricas que son propiedad y/u operadas por otros proveedores de servicios.

En una realización, las WTRU (referidas también como "UE" en este documento) pueden transmitir sus datos (por ejemplo, datos de usuario) y en algunos casos su información de control en el canal compartido del enlace descendente físico (PDSCH). La transmisión del PDSCH puede ser planificada y controlada por una estación base (por ejemplo, un eNodoB) mediante el uso de una asignación de planificación del enlace descendente que pueda ser portada en el canal de control del enlace descendente físico (PDCCH). Como parte de la asignación de planificación del enlace descendente, el UE puede recibir información de control en la modulación y conjunto de codificación (MSC), asignación de recursos del enlace descendente (esto es, los índices de los bloques de recursos asignados), etc. Entonces, si una asignación de planificación es recibida, el UE puede decodificar sus recursos del PDSCH asignados en los recursos del enlace descendente asignados correspondientemente.

En tales realizaciones, para la dirección del enlace ascendente (UL), puede también existir la necesidad de cierta señalización de control de Capa 1/Capa 2 (L1/L2) asociada (tal como ACK/NACK, CQI, PMI, RI, etc) para soportar la transmisión del UL, transmisión del DL, planificación, MIMO, etc. Si a un UE no se le ha asignado un recurso del enlace ascendente para la transmisión de datos del UL (por ejemplo, un PUSCH) entonces la información de control del enlace ascendente de L1/L2 puede transmitirse en un recurso del UL especialmente asignado para control de L1/L2 del UL en el Canal de Control del Enlace Ascendente Físico (PUCCH). Estos recursos del PUCCH están

ubicados en los extremos del BW de celda disponible total. La información de señalización de control portada en el PUCCH puede incluir solicitudes de planificación (SR), ACK/NACK de la HARQ transmitidos en respuestas a paquetes de datos del enlace descendente en el Canal Compartido del Enlace Descendente Físico (PDSCH), e información de calidad del canal (CQI), y cualquier otro tipo de UCI o dato de realimentación.

5 El PUCCH puede soportar una variedad diferente de formatos que pueden elegirse dependiendo de la información a señalar, tal como formato 1/1a/1b y formato 2/2a/2b. El PUCCH puede ser un recurso de frecuencia/tiempo compartido reservado para que un UE transmita cualquier señalización de control necesaria. Cada región del PUCCH puede designarse tal que la señalización de control transmitida desde un gran número de UE de manera simultánea con un número relativamente pequeño de bits de señalización de control por UE pueda ser multiplexada en un único bloque de recursos (RB). El número total de RB disponible para la transmisión del PUCCH dentro de una celda puede ser especificado por el parámetro de capa superior N_{RB}^{HC} . Estas RB pueden entonces dividirse y asignarse para transmisiones de formato 1/1a/1b del PUCCH y formato 2/2a/2b del PUCCH. En sistemas donde se usan anchos de banda pequeños tales como 1,4 MHz, en una realización, un formato de RB mixto que permite formato 1/1a/1b y formato 2/2a/2b del PUCCH para compartir el mismo RB puede implementarse. En tal realización, el formato de RB mixto es configurado por el parámetro de capa superior $N_{CS}^{(1)}$ que puede especificar el número de recursos reservados para el formato 1/1a/1b del PUCCH dentro de un formato de RB mixto. En algunas realizaciones, puede no haber formato de RB mixto presente si $N_{CS}^{(1)} = 0$. Con respecto al formato 2/2a/2b del PUCCH, el número de RB reservados puede configurarse por un parámetro de capa superior, tal como $N_{RB}^{(2)}$. Los recursos usados para la transmisión del formato 1/1a/1b y formato 2/2a/2b del PUCCH pueden identificarse por los índices $n_{PUCCH}^{(1)}$ y $n_{PUCCH}^{(2)}$ respectivamente.

Con respecto al formato 1/1a/1b del PUCCH, los recursos pueden ser usados por tanto señalización de ACK/NACK persistentes como dinámicas. Los recursos de formato 1/1a/1b dinámicos pueden definirse para el soporte de transmisiones de datos del enlace descendente planificado de manera dinámica. El número de recursos reservados para transmisiones de ACK/NACK de la HARQ persistente y/o de SR en el enlace ascendente puede configurarse por un parámetro de capa superior, tal como $N_{PUCCH}^{(1)}$ y la asignación correspondiente puede determinarse a través de señalización de capa superior. La asignación del recurso de formato 1/1a/1b del PUCCH dinámico puede hacerse de manera implícita según la asignación del PDCCH. En una realización, puede haber una correspondencia de uno a uno entre cada recurso de formato 1/1a/1b del PUCCH dinámico y el índice del CCE más bajo de la transmisión del PDCCH. La asignación implícita del formato 1/1a/1b del PUCCH puede bajar la sobrecarga de señalización de control. La correspondencia implícita para asignación de recursos ACK/NACK dinámicos puede definirse como:

$$n_{PUCCH}^{(1)} = n_{CCE} + N_{PUCCH}^{(1)}$$

donde n_{CCE} puede ser el índice del primer CCE usado para la transmisión de la asignación del DCI correspondiente y $N_{PUCCH}^{(1)}$ puede ser el número de recursos reservados para la señalización ACK/NACK del formato 1/1a/1b del PUCCH persistente.

35 La Figura 2 ilustra una configuración del PUCCH ejemplar que puede ser usada en algunas realizaciones, que incluye las que operan en un entorno de LTE R8. Los RB 210 pueden ser los RB reservados para el PUCCH configurados por N_{RB}^{HC} . Entre los RB 210, RB 220 puede haber reservas para el formato 2/2a/2b del PUCCH configurado por $N_{RB}^{(2)}$. También entre RB 210, RB 230 puede haber un RB mixto que puede ser usado para tanto el formato 1/1a/1b como el formato 1/2a/2b del PUCCH, puede ser configurado por $N_{CS}^{(1)}$. Además entre RB 210, RB 240 puede haber recursos que pueden reservarse para el formato 1/1a/1b de PUCCH persistente configurado por $N_{PUCCH}^{(1)}$. También entre RB 210, RB 250 puede haber recursos reservados para el formato 1/1a/1b del PUCCH dinámico. En una realización, para el formato 1/1a/1b del PUCCH el índice de recurso $n_{PUCCH}^{(1)}$ puede determinar el índice de secuencia ortogonal y/o el valor correspondiente del desplazamiento cíclico dentro de cada RB.

45 Como se observó anteriormente, en LTE-A, la extensión del ancho de banda, también conocida como agregación de portadoras, puede usarse para alcanzar tasas más altas de transmisión de datos. La extensión de ancho de banda puede permitir que tanto los anchos de banda del enlace descendente (DL) como del enlace ascendente (UL) excedan los 20 MHz y puede permitir más uso flexible del espectro pareado disponible. Por ejemplo, mientras que LTE R9 puede estar limitado a operar en un modo de duplexación por división en frecuencia pareada y simétrica (FDD), LTE-A puede configurarse para operar en configuraciones asimétricas (por ejemplo, teniendo más portadoras de componentes (CC) en el enlace descendente que en el enlace ascendente o viceversa). Se ilustran tres configuraciones diferentes para la agregación de portadoras de LTE-A en la Figura 3. En la configuración 310, se ilustra la agregación de portadoras simétrica, donde hay el mismo número de portadoras de componentes usadas tanto para el UL como el DL. La configuración 320 ilustra el uso de más portadoras de componentes del DL que portadoras de componentes del UL. En el ejemplo ilustrado, dos portadoras de componentes para el DL son mostradas y una para el UL. En la configuración 330, se muestra el escenario opuesto, con dos portadoras de

componentes en uso para el UL y una para el DL. Cualquier combinación y número de portadoras de componentes para el UL y el DL son contempladas como dentro del alcance de la presente descripción.

En una realización, un UE puede configurarse para recibir datos sobre múltiples CC del DL o células servidoras, usando extensión de ancho de banda, también conocido como agregación de portadoras, para alcanzar tasas más altas de transmisión de datos. Por lo tanto, tal UE puede también necesitar transmitir la UCI u otra realimentación para las varios CC del DL a través de una o más CC del UL. Cuando un UE tiene datos de usuario para transmitir o por el contrario se le ha asignado un recurso del UL para la transmisión de datos, tal como un Canal Compartido del UL Físico (PUSCH), entonces el UE puede transmitir la UCI y datos de realimentación mediante el uso del PUSCH asignado. Sin embargo, cuando a un UE no se le ha asignado un PUSCH, el UE puede configurarse para transmitir la UCI y/o datos de realimentación del UL en un recurso del UL especialmente asignado para el control del UL en un canal de control del enlace ascendente físico (PUCCH). Presentes en este documento hay varios sistemas, medios, y métodos para determinar la UCI y datos de realimentación que pueden ser transmitidos, determinar los recursos del PUCCH a ser usados para transmitir tal UCI y datos de realimentación, y determinar cómo tal UCI y datos de realimentación pueden ser transmitidos sobre el PUCCH.

En realizaciones que usan métodos de transmisión del PUCCH para transmitir la UCI, que incluye solicitudes de repetición automática híbrida (HARQ) acuses de recibo (ACK) y acuses de recibo negativos (NACK) (referidos como "ACK/NACK de la HARQ" o simplemente como "ACK/NACK" en este documento), cualquiera entre el formato 1/1a/1b del PUCCH y el formato 2/2a/2b del PUCCH puede usarse para tales transmisiones. Mientras que ambos formatos pueden ser usados para transmitir UCI tal como información de calidad del canal (CQI), indicación de la matriz de precodificación (PMI), indicación de rango (RI), ACK/NACK, etc., algunas realizaciones pueden configurarse para transmitir CQI, PMI, y RI mediante el uso del formato 2/2a/2b del PUCCH y ACK/NACK de la HARQ mediante el uso del formato 1/1a/1b.

Los dos formatos, formato 1/1a/1b del PUCCH y formato 2/2a/2b del PUCCH (que pueden ser referido en este documento simplemente como "formato 1" y "formato 2", respectivamente), pueden distinguirse si la codificación de canal (por ejemplo, codificación de Reed Muller) es usada o no y si el ensanchamiento del dominio del tiempo es usado o no, y el número de señales de referencia de demodulación (DMRS). El formato 2/2a/2b del PUCCH puede usar codificación de canal y no ensanchamiento del dominio del tiempo, mientras que el formato 1/1a/1b del PUCCH puede usar ensanchamiento del dominio del tiempo sin codificación de canal. El formato 1 del PUCCH, como se ilustra en la Figura 4 que muestra una estructura 400 del PUCCH ejemplar no limitante, es diferente del formato 2 del PUCCH, como se ilustra en la Figura 5 que muestra una estructura 500 del PUCCH ejemplar no limitante, en términos de codificación de canal y símbolos de DMRS. Estas figuras ilustran un intervalo de tiempo en una subtrama para un caso de prefijo cíclico (CP) normal. Como se puede ver en la Figura 4, en el formato 1 del PUCCH, se usan tres DMRS (DMRS 410, 420, y 430) mientras que en el formato 2 del PUCCH, como se ve en la Figura 5, se usan dos DMRS (DMRS 510 y 520). También como se puede ver en estas figuras, las posiciones dentro de la subtrama de los DMRS son diferentes en cada formato. En el formato 1, DMRS 410, 420, y 430 son configuradas en bloques largos (LB) 3, 4, y 5, respectivamente, mientras que en el formato 2, DMRS 510 y 520 son configuradas en LB 1 y LB 5, respectivamente.

En una realización, el ACK/NACK de la HARQ puede ser transmitido en el PUCCH. Cualquier combinación de UCI que incluya ACK/NACK de la HARQ en el PUCCH puede ser usada, incluyendo HARQ-ACK que usa el formato 1a o 1b de PUCCH, HARQ-NACK que usa el formato 1b del PUCCH con selección de canal, solicitud de planificación (SR) que usa el formato 1 del PUCCH, HARQ-ACK y SR que usan el formato 1a o 1b del PUCCH, CQI que usa el formato 2 del PUCCH, y/o CQI y HARQ-ACK que usan el formato 2a o 2b del PUCCH para prefijo cíclico normal, y formato 2 del PUCCH para prefijo cíclico extendido.

En realizaciones que emplean agregación de portadoras (CA) (alternativamente referida como extensión de ancho de banda en este documento), un UE puede de manera simultánea transmitir sobre el PUSCH y recibir sobre el PDSCH de múltiples CC. En algunas implementaciones, hasta cinco CC en el UL y en el DL pueden ser soportadas, permitiendo asignaciones de ancho de banda flexibles de hasta 100 MHz. La información de control para la planificación del PDSCH y del PUSCH pueden enviarse en uno o más PDCCH. La planificación puede realizarse mediante el uso de un PDCCH para un par de portadoras del UL y DL. De manera alternativa, la planificación de cruzada de portadoras puede también ser soportada para un PDCCH dado, permitiendo a una red proporcionar asignaciones del PDSCH y/o concesiones del PUSCH para transmisiones en otras CC.

En una realización, una portadora de componentes primaria (PCC) puede ser usada. Una PCC puede ser una portadora de un UE configurado para operar con múltiples portadoras de componentes para el cual alguna funcionalidad (por ejemplo, derivación de parámetros de seguridad e información de NAS) puede ser aplicable solo para esa portadora de componente. El UE puede configurarse con una o más PCC para el enlace descendente (PCC DL). En tales realizaciones, una portadora que no es una PCC del UE puede ser referida como una portadora de componente secundaria (SCC).

La PCC DL puede corresponderse con la CC usada por el UE para derivar parámetros de seguridad iniciales cuando se accede al sistema de manera inicial. Sin embargo, una PCC DL puede no estar limitada a esta función. Una PCC

DL puede también servir como la CC que contiene cualesquiera otros parámetros o información para la operación del sistema. En una realización, un sistema puede configurarse tal que una PCC DL no puede ser desactivada.

En realizaciones de agregación de portadoras, múltiples ACK/NACK para múltiples portadoras del DL con bien palabras de código únicas o dobles pueden ser transmitidas. Varios métodos de transmisión de ACK/NACK del PUCCH para ACK/NACK de la HARQ en agregación de portadoras se pueden usar. Incluidos entre ellos está la Codificación Conjunta de PUCCH donde múltiples ACK/NACK pueden ser codificados de manera conjunta y transmitidos en el PUCCH. Diferentes formatos del PUCCH pueden usarse para transmitir ACK/NACK tal como el formato 2 del PUCCH como se muestra en la Figura 3 y un formato alternativo, tal como un formato DFT-S-OFDM. Otro método de transmisión puede ser la reducción del factor de ensanchado (SF), donde el ensanchamiento ortogonal en el dominio del tiempo puede ser eliminado (sin ensanchamiento) o reducido a longitud dos (SF=2) en oposición a la longitud cuatro (SF=4). Esto puede habilitar al UE a portar más bits de ACK/NACK mediante el uso del desplazamiento cíclico único. Otro método de transmisión puede ser la selección de canal (CS), donde, de manera similar al esquema de transmisión de multiplexación del ACK/NACK TDD que usa el formato 1b del PUCCH. Otro método de transmisión puede ser transmisión de multicódigo (NxPUCCH) donde múltiples códigos pueden ser asignados a un único UE para transmitir múltiples ACK/NACK, de manera opuesta a un único código. Cualquiera, todos, o cualquier combinación de estos métodos puede ser usado, y todas tales realizaciones están contempladas como dentro del alcance de la presente descripción.

En algunas implementaciones de LTE y/o LTE-A, transmisiones simultáneas de ACK/NACK en el PUCCH para un UE en múltiples CC UL pueden no ser soportadas, y una única CC DL específica al UE puede configurarse de manera semi estática para portar ACK/NACK del PUCCH.

Para proporcionar realimentación de ACK/NACK, por ejemplo en sistemas LTE-A, la codificación conjunta del PUCCH puede usarse para transmitir múltiples ACK/NACK. Sin embargo la codificación conjunta del PUCCH puede resultar en tasas de codificación altas y baja ganancia de codificación. Por lo tanto, un compromiso de diseño puede ser requerido para equilibrar estos efectos. En una realización, los métodos de reducción del estado pueden usarse para abordar este compromiso. Los métodos de reducción de estados pueden reducir el número de estados requeridos para la transmisión de ACK/NACK y/o datos de transmisión discontinua (DTX), y/o puede reducir el número de bits requeridos para la transmisión.

Mediante la reducción del tamaño del libro de código de ACK/NACK/DTX, menos bits pueden necesitar ser transmitidos. Esto puede lograrse, en una realización, mediante la alimentación de vuelta de un índice del libro de código o mediante la indicación de "CC (o celdas servidoras) planificadas" en vez de "CC (o celdas servidoras) activadas" o "CC (o celdas servidoras) configuradas", bien desde un nodo de red (por ejemplo, un eNodoB) a un UE o desde un UE a un nodo de red. Para un libro de códigos dado, los estados pueden ser más reducidos mediante la consideración de diferentes requisitos para celdas servidoras primarias y celdas servidoras secundarias, combinación de estados, agrupación, empaquetado, reglas especiales para construcción de libros de código, etc. Así, la reducción de estados puede ser el resultado de un uso eficiente de un libro de códigos más que diseñar un libro de códigos específico.

Las realizaciones descritas en este documento pueden ser usadas con codificación conjunta del PUCCH que usa el formato 1/1a/1b del PUCCH, codificación conjunta que usa el formato 2/2a/2b del PUCCH, y/o codificación conjunta que usa un formato alternativo, tal como un formato basado en ensanchamiento de bloque o un formato basado en DFT-S-OFDM. Expuestas a continuación hay realizaciones para métodos de codificación conjunta del PUCCH y mejoras de rendimiento de la codificación conjunta. Sistemas, medios, y métodos para la reducción del tamaño del libro de códigos de ACK/NACK/DTX y reducción de estados de ACK/NACK/DTX serán descritas, así como codificación para un libro de códigos y algunos diseños de libros de códigos para ACK/NACK de la HARQ. Las mejoras descritas para la codificación conjunta del PUCCH pueden proporcionar ganancia de codificación conjunta mejorada y una tasa de codificación conjunta efectiva menor. Las realizaciones descritas en este documento pueden también proporcionar métodos de ACK/NACK/DTX eficientes para señalar y determinar cuándo y cómo el libro de códigos puede ser aplicado, etc.

En una realización que puede ser usada para reducir el tamaño del libro de códigos de ACK/NACK/DTX, la reducción del tamaño del libro de códigos puede ser lograda mediante el uso de un enfoque basado en la señalización. En tal realización, CC planificadas reales (k portadoras) pueden ser señalizados en un enlace descendente. De manera alternativa, un índice de libro de códigos puede ser señalizado en un enlace ascendente.

En una realización, un libro de códigos de ACK/NACK/DTX puede determinarse en base a las CC reales que son planificadas (k). De manera alternativa, el libro de códigos de ACK/NACK/DTX puede determinarse por las últimas CC cuyo PDCCH se ha detectado. Las k CC reales que son planificadas pueden ser señalizadas a un UE, mientras que el índice del libro de códigos cuyo PDCCH es finalmente detectado puede ser señalizado a una estación base (por ejemplo, un eNodoB).

Si el libro de códigos ha de ser determinado por k CC planificadas reales en vez de las CC (M) activadas o configuradas, el número total de estados (esto es, tamaño del libro de códigos) puede reducirse a $3^k - 1$ estados desde $3^M - 1$. Para $M = 5$ y $k = 2$, el tamaño del libro de códigos puede reducirse a 8 desde 242. El número

requerido de bits para representar el libro de códigos es así reducido a 2 bits desde 8 bits. La tasa de codificación puede mejorarse a 0,1 desde 0,36 en consecuencia. La mejora del rendimiento hasta un par de dB que puede ser alcanzable es ilustrada en la Figura 6.

5 Un UE puede necesitar saber cuántas y cuáles CC son planificadas por una estación base (por ejemplo, un eNodoB) para determinar el libro de códigos y punto de código en el libro de códigos. Para determinar el libro de códigos y punto de código correctos puede requerir conocer el número de CC que son planificadas y las exactas CC que son planificadas. Al determinar el número de CC siendo planificadas, el UE puede determinar el libro de códigos y el tamaño del libro de códigos. Al determinar las CC exactas que están siendo planificadas (en una realización, mediante el uso del resultado de detección del PDCCH/PDSCH correspondiente), el UE puede determinar el punto de código exacto en el libro de códigos.

10 En una realización, esto se puede lograr mediante la señalización de un mapa de bits en una forma dinámica para indicar cuántas y cuales CC son planificadas. Esto puede requerir unos pocos bits (por ejemplo, mapa de bits de 5 bits donde cinco CC son configuradas o activadas). Estos bits pueden ser insertados en información de control del enlace descendente (DCI) para asignación del DL. De manera alternativa, una orden para CC planificadas puede ser usada tal que una vez que el número de CC que son planificadas es conocido, cuáles CC exactamente han sido planificadas puede también conocerse de manera automática o implícita. Esta realización puede reducir el número de bits requeridos para ser señalizados (por ejemplo, 2 bits) para indicar tanto cuántas CC como cuáles exactamente han sido planificadas. Esta realización puede implementarse mediante la señalización hacia un UE desde una estación base (por ejemplo, un eNodoB) o señalización a una estación base desde un UE. Cuando la señalización a un UE desde una estación base es usada, la señalización puede incluir el número de CC que son planificadas a la WTRU. Cuando la señalización a una estación base desde un UE es usada, la señalización puede incluir la transmisión del índice del libro de códigos a la estación base. Tal índice puede ser derivado en base a las últimas CC cuyo PDCCH ha sido detectado.

15 En realizaciones donde la señalización es realizada desde una estación base (por ejemplo, un eNodoB) a un UE, el libro de códigos puede ser determinado en base a las CC planificadas (en vez de las CC activadas). Las CC configuradas o activadas pueden ser clasificadas en orden y las CC pueden ser planificadas en base a ese orden. El orden puede ser basado en la calidad del canal, el índice de CC, la prioridad de CC, el índice de frecuencia, la priorización del canal de lógica (LCP) para las CC, o cualquier otro criterio. La primera en orden puede ser designada como la PCC, con las siguientes CC designadas CC secundarias (por ejemplo, PCC, CC1, CC2 secundarias, etc.). Esta ordenación puede imponer algunas restricciones en la planificación de las CC.

20 En tales realizaciones, un indicador en la DCI puede proporcionar información sobre las CC planificadas. En la Tabla 1 a continuación, que ilustra un ejemplo de implementación de tal realización (Ejemplo A), indicadores de 2 bits que pueden soportar hasta cuatro CC planificadas son mostrados. El Ejemplo A puede proporcionar un tamaño de libro de códigos de ACK/NACK/DTX tan pequeño como 2 (donde el libro de códigos mínimo es un libro de código de 1 bit).

Tabla 1. Ejemplo A – indicadores de 2 bits para hasta cuatro CC

Número de CC planificadas (k)	Indicador
Solo PCC	00
PCC + SCC1	01
PCC + SCC1, SCC2	10
PCC + SCC1, SCC2, SCC3	11

25 La Tabla 2 ilustra otro ejemplo de implementación de tal realización (Ejemplo B) donde un indicador de 2 bits que puede soportar hasta cinco CC planificadas (2 bits) es usado. El Ejemplo B puede proporcionar un tamaño de libro de códigos de ACK/NACK/DTX tan pequeño como 8 (donde un libro de códigos mínimo es un libro de código de 3 bits). Observe que en otras realizaciones, más de 2 bits pueden ser usados (por ejemplo, 3 bits o más) para indicar otro orden o combinaciones de CC.

Tabla 2. Ejemplo B – indicadores de 2 bits para hasta cinco CC

Tamaño del libro de códigos (en base al número de CC planificadas (k))	Indicador
Tamaño de libro de códigos 2 (PCC + SCC1)	00
Tamaño de libro de códigos 3 (PCC + SCC1, SCC2)	01
Tamaño de libro de códigos 4 (PCC + SCC1, SCC2, SCC3)	10
Tamaño de libro de códigos 5 (PCC + SCC1, SCC2, SCC3, SCC4)	11

En realizaciones donde la señalización puede realizarse desde un UE hacia una estación base (por ejemplo, un eNodoB), el UE puede detectar el PDCCH para las CC que están activadas. Las CC activadas o configuradas pueden estar ordenadas como se describió anteriormente. Si la última CC cuyo PDCCH ha sido detectado es CC#j, dado que las CC pueden estar planificadas en orden, las CC antes de la última CC detectada o CC#j (esto es, CC#i, i=1, 2, ..., i<j) pueden también ser planificadas en la misma subtrama. El libro de códigos o tamaño del libro de códigos puede determinarse en base al número j. El tamaño del libro de códigos puede ser $3^j - 1$. El libro de códigos de tamaño $3^j - 1$ puede ser seleccionado. El índice del libro de códigos correspondiente al libro de códigos seleccionado puede ser señalado a la estación base. La correspondencia del índice del libro de códigos al libro de códigos o tamaño de libro de códigos puede tener la siguiente propiedad: libro de códigos #0 tiene una CC, libro de códigos #2 tiene 2 CC, libro de códigos #3 tiene 3 CC, ..., libro de códigos #j tiene j CC.

El índice j del libro de códigos puede ser señalado a una estación base (por ejemplo, un eNodoB). Dado que la estación base puede conocer para qué CC se ha planificado el PDCCH, puede por lo tanto conocer las CC cuyo PDCCH no son detectados por un UE cuando recibe el índice del libro de códigos alimentado de vuelta desde el UE. Así, la estación base puede conocer exactamente cómo manejar las DTX. Esto puede ocurrir si la última CC no es la "verdadera" última CC por una mala detección del PDCCH por el UE, esto es, si CC#j+1, CC#j+2, etc. son también planificadas por la estación base pero no son detectadas por el UE. En este caso, la estación base puede saber que el PDCCH para CC#j+1 no es detectado por el UE aunque esté planificado. La estación base puede saber que el UE está en modo DTX debido a que el UE ha pedido el PDCCH.

El método 700 en la Figura 7 es un método no limitante ejemplar de la implementación de una realización donde un libro de códigos puede determinarse en base a las CC activadas. En tal realización, el método 700 puede ser implementado en un UE cuando el nuevo libro de códigos y el comando de activación/desactivación son aplicados. En el bloque 710, una determinación puede hacerse en cuanto a si un comando de activación/desactivación ha sido recibido de manera exitosa. En una realización, tal comando puede ser recibido en la subtrama n-4. Si un comando de activación/desactivación ha sido recibido de manera exitosa en el bloque 710, el UE puede determinar cuántas y cuáles CC están activadas o desactivadas, en una realización en base al comando recibido más recientemente en la subtrama n-4, en el bloque 720. En el bloque 730, el UE puede determinar un nuevo libro de códigos en base a las recientemente CC activadas/desactivadas. En el bloque 740, el UE puede transmitir, en una realización en la subtrama n, bits en el PUCCH para contener el estado de ACK, NACK y DTX correspondiente al comando de activación de recepción de CC, en una realización en la subtrama n-4, mediante el uso del anterior libro de códigos (esto es, el nuevo libro de códigos no es aplicado todavía).

En el bloque 750, el UE puede aplicar el comando de activación/desactivación, en una realización en la subtrama n+4. En el bloque 760, el UE puede aplicar el nuevo libro de códigos para la transmisión de ACK/NACK que responde al PDSCH recibido, en una realización en la subtrama n+4. En el bloque 770, el UE puede transmitir bits para el estado de ACK/NACK/DTX en el PUCCH mediante el uso del nuevo libro de códigos, en una realización en la subtrama n+8. Observe que si, en el bloque 710, se determina que un comando de activación/desactivación no ha sido recibido con éxito, el UE puede esperar la retransmisión de tal comando en el bloque 780.

En una realización, un indicador de secuencia o número de secuencia puede ser usado e insertado en un comando de activación para mantener los comandos de activación/desactivación en orden cuando una secuencia de comandos de activación/desactivación son enviados y un error de detección ocurre que causa que los comandos sean recibidos desordenados. El método 800 en la Figura 8 es un método no limitante ejemplar de la implementación de tal realización. En el bloque 810, un UE puede recibir uno de una pluralidad de comandos de activación/desactivación. En el bloque 820, el UE puede extraer un indicador de secuencia o número de secuencia del comando de activación/desactivación. En el bloque 830, el UE puede determinar si el indicador de secuencia o número de secuencia es el esperado o número o indicador correcto. En otras palabras, el UE puede determinar si el indicador de secuencia o número de secuencia sigue el siguiente indicador de secuencia o número de secuencia recibido más recientemente. Si el indicador de secuencia o número de secuencia no es el número o indicador esperado, en el bloque 840, el UE puede reordenar los comandos de activación/desactivación en consecuencia para que así sean procesados en el orden previsto (esto es, en el orden transmitido por la estación base). En el bloque 850, el UE puede procesar los comandos de activación/desactivación en el orden adecuado (esto es, según los números o indicadores de secuencia). Si, en el bloque 830, el UE determina que el número de secuencia esperado fue extraído en el bloque 820, los comandos de activación/desactivación pueden ser procesados en orden en el bloque 850 sin ninguna reordenación.

En una realización, se pueden usar sistemas, métodos, y medios para reducir el número de estados de ACK/NACK/DTX. En un enfoque basado en el subespacio, el espacio del estado de ACK/NACK/DTX puede ser particionado en varios segmentos o particiones. Cada segmento o partición puede contener un número más pequeño de estados sobre el cual la generación de un libro de códigos se puede basar. Cada segmento o partición (que también puede ser referido en este documento como "subespacio") puede ser un libro de códigos. Los estados de cada subespacio pueden ser representados con un número menor de bits en el subespacio de estado correspondiente (esto es, cada punto de código puede representarse con un número menor de bits). El particionamiento del espacio de estado puede mejorar la ganancia de codificación conjunta y/o reducir la tasa de codificación conjunta efectiva para la codificación conjunta del PUCCH. En base a la salida de la detección del PDCCH/PDSCH en un UE, un estado de ACK/NACK/DTX puede generarse. El segmento o partición de estado que

contiene este estado de ACK/NACK/DTX generado puede ser seleccionado. El estado generado puede hacerse corresponder con un punto de código en el libro de códigos correspondiente para el segmento o partición.

5 Para informar a una estación base (por ejemplo, un eNodoB) del segmento o partición de estado que el UE ha seleccionado, el UE puede configurarse para realizar un método basado en recursos. En una realización, dos o más recursos del PUCCH pueden configurarse o reservarse bien explícitamente o implícitamente (por ejemplo, mediante la dirección del CCE del PDCCH) correspondiente a los segmentos o particiones de estados. El UE puede generar ACK, NACK, y/o DTX para la CC en base a la salida de la detección del PDCCH/PDSCH. El UE puede determinar el estado de ACK/NACK/DTX, codificar los bits de la información de estado mediante el uso de la correspondiente codificación de RM para el segmento que contiene este estado, y transmitir los bits codificados de este estado. La estación base puede contener el conocimiento de cuál segmento o partición de estado ha sido seleccionado por el UE mediante la detección de qué recurso del PUCCH es usado. Esto se puede basar en técnicas tales como la detección de correlación o detección de energía. La Tabla 3 proporciona un ejemplo de correspondencia entre los índices de recursos del PUCCH con un segmento o partición. La estación base puede decodificar el PUCCH recibido mediante el uso de un código de Reed Muller (RM) para este segmento.

15 Tabla 3. Ejemplo de índice de recurso del PUCCH de correspondencia con segmento/partición

Recurso de PUCCH	Subespacio de estado
Índice#x de recurso	Segmento (subespacio) A
Índice#y de recurso	Segmento (subespacio) B
Índice#z de recurso	Segmento (subespacio) C

En una realización, un UE puede configurarse para realizar un método basado en una máscara o patrón de entrelazado. En esta realización, diferentes máscaras o patrones de entrelazado para el PUCCH pueden ser usados por un UE para diferentes segmentos o particiones de estados. De manera similar, una estación base (por ejemplo, un eNodoB) puede obtener conocimiento de qué segmento o partición de estado ha sido seleccionado por el UE mediante la detección de qué máscara o patrón de entrelazado del PUCCH es usado. Esto se puede basar en técnicas tales como la detección de correlación. La Tabla 4 proporciona un ejemplo de correspondencia del índice de la máscara o patrón de entrelazado del PUCCH con un segmento o partición.

20

Tabla 4. Ejemplo de índice de recurso del PUCCH a correspondencia con segmento/partición

Enmascaramiento/entrelazado del PUCCH	Subespacio de estado
Máscara#x o patrón de entrelazado x	Segmento (subespacio) A
Máscara#y o patrón de entrelazado y	Segmento (subespacio) B
Máscara#z o patrón de entrelazado z	Segmento (subespacio) C

Por ejemplo, digamos que hay tres máscaras denotadas como M1, M2 y M3, donde G es un codificador de RM y s es un vector de bits de información. En este ejemplo, $x=G_s$. Si M_j es la máscara usada en el transmisor, la señal recibida es $y = M_j * x + n$ donde n es el ruido. El receptor puede buscar la máscara correcta y el segmento o partición correspondiente mediante el uso de la siguiente función de coste:

25

$$cost = \arg \min_{M_i, i=1,2,3,s} |y - M_i G_s|^2$$

En un ejemplo de tal realización, para cuatro CC puede requerir de 80 estados en total que a su vez requieren de siete bits para representar los estados. Los estados pueden particionarse en tres subespacios, segmentos 1, 2, y 3, donde cada segmento contiene 26 ó 27 estados (cinco bits). Una codificación de Reed Muller (20, 5) puede usarse para codificar bits de información (para estados) en cada segmento. La tasa de codificación efectiva puede reducirse o mejorar hasta 0,25 desde 0,35, así la ganancia de codificación puede ser significativamente aumentada. Cuantos más subespacios o segmentos en los cuales se particione un espacio de estado completo, más baja puede ser la tasa de codificación y mejor puede ser la ganancia de codificación conjunta.

30

En una realización, sistemas, métodos, y medios para combinar o agrupar estados de ACK/NACK/DTX pueden usarse. Para mejorar la ganancia de codificación conjunta del PUCCH y disminuir la tasa de codificación conjunta efectiva, los estados de ACK/NACK/DTX pueden combinarse en menos estados y así menos bits pueden ser requeridos para representar los estados. Por ejemplo, un NACK y un DTX pueden combinarse en un único estado identificado como "NACK/DTX". El número total de estados puede reducirse desde 3^M estados a 2^M estados. Los bits requeridos correspondientes para representar los estados se pueden reducir desde $\log_2(3^M)$ bits hasta $\log_2(2^M)$ bits. Por ejemplo, para $M=5$, el número de estados se puede reducir hasta 32 desde 243, el número de bits se puede

40

reducir a 5 bits desde 8 bits, y la tasa de codificación se puede mejorar hasta 0,22 desde 0,36. La Figura 6 ilustra mejoras del rendimiento en un sistema ejemplar debido a esta reducción en el número de estados debido a la combinación de estados.

5 Un número de métodos y medios pueden emplearse para combinar estados. En una realización, PCC y SCC pueden usarse. La PCC puede tener mejor rendimiento que la SCC dado que la PCC puede portar cierta señalización o información "crítica". El método 900 de la Figura 9 es un método no limitante ejemplar de la implementación de tal realización. En esta realización, los estados de NACK y DTX pueden distinguirse para una PCC, pero pueden no distinguirse para una SCC. En el bloque 910, se puede hacer una determinación de si un PDCCH es detectado para una CC. Si no se detecta un PDCCH para una CC, entonces en el bloque 920, se puede hacer una determinación de si la CC es una PCC o una SCC. Si la CC es una PCC, en el bloque 930 el UE puede indicar "DTX" para la CC. Si la CC es una SCC, en el bloque 940 el UE puede indicar "NACK/DTX" para la CC.

10 Si, en el bloque 910, el UE determina que un PDCCH es detectado para una CC, en el bloque 950 el UE puede determinar si un PDSCH es recibido de manera exitosa para la CC. Si un PDSCH es recibido de manera exitosa para la CC, en el bloque 960 el UE puede indicar "ACK" para la CC. Si, en el bloque 950, el UE determina que un PDSCH no ha sido recibido de manera exitosa para la CC, en el bloque 970, el UE puede determinar si la CC es una PCC o una SCC. Si la CC es una PCC, en el bloque 980 el UE puede indicar "NACK" para la CC. Si la CC es una SCC, en el bloque 940 el UE puede indicar "NACK/DTX" para la CC. El UE puede entonces generar el estado en base a los ACK, NACK, DTX o NACK/DTX indicados para las CC (que pueden ser CC planificadas, activadas o configuradas) y hace corresponder el estado generado con un punto de código en el libro de códigos.

15 En otra realización, la combinación o agrupación completa para NACK y DTX puede usarse, donde NACK y DTX están combinadas. Por ejemplo, los estados {ACK, ACK, NACK} y {ACK, ACK, DTX} pueden combinarse en un único estado {ACK, ACK, NACK/DTX}. En esta realización, si no se detecta un PDCCH para una CC; o si un PDCCH es detectado para la CC pero el PDSCH no se recibe de manera exitosa para la CC, el UE puede indicar "NACK/DTX" para la CC. De otro modo, el UE puede indicar "ACK" para la CC.

20 En una realización la combinación o agrupación parcial de estados puede usarse. En tal realización, los estados pueden combinarse, pero tal combinación puede solo aplicarse a un subconjunto de las CC y no a todas las CC. Por ejemplo, solo una tercera parte o la mitad de las CC de las indicaciones NACK y DTX respectivas pueden ser combinadas. El subconjunto de CC puede ser predeterminado y/o configurable. Las CC pueden dividirse en dos o más subconjuntos, en una realización, las CC pueden categorizarse en los dos o más subconjuntos en base a cierto criterio, tal como importancia o prioridad (por ejemplo, un conjunto de CC de "alta importancia" o "alta prioridad" y un conjunto de CC de "baja importancia" o "baja prioridad"). La combinación o agrupación parcial puede mitigar el impacto de rendimiento debido a la combinación de estados.

25 El método 1000 de la Figura 10 es un método no limitante ejemplar de la implementación de tal realización. En el bloque 1010, un UE puede determinar si un PDCCH es detectado para una CC. Si no se ha detectado un PDCCH, en el bloque 1020 el UE puede determinar si la CC pertenece a un subconjunto de CC especificado o indicado donde las indicaciones de NACK y DTX asociadas con las CC en el subconjunto han de ser combinadas. Si la CC no pertenece a un subconjunto donde las indicaciones de NACK y DTX asociadas con las CC en el subconjunto han de ser combinadas, en el bloque 1030 el UE puede indicar "DTX" para la CC. Sin embargo, si en el bloque 1020 el UE determina que la CC pertenece a un subconjunto especificado o indicado de CC donde las indicaciones de NACK y DTX asociadas con las CC en el subconjunto han de combinarse, en el bloque 1040 el UE puede indicar "NACK/DTX" para la CC.

30 Si, en el bloque 1010, el UE determina que un PDCCH es detectado para una CC, en el bloque 1050 el UE puede determinar si un PDSCH ha sido recibido de manera exitosa para la CC. Si un PDSCH ha sido recibido de manera exitosa para la CC, en el bloque 1060, el UE puede indicar "ACK" para la CC. Si un PDSCH no ha sido recibido de manera exitosa para la CC, en el bloque 1070 el UE puede determinar si la CC pertenece a un subconjunto especificado o indicado de CC donde las indicaciones de NACK y DTX asociadas con las CC en el subconjunto han de ser combinadas. Si el UE determina que la CC pertenece a tal subconjunto, en el bloque 1040 el UE puede indicar "NACK/DTX" para la CC. Si, en el bloque 1070, el UE determina que la CC no pertenece a un subconjunto especificado o indicado de CC donde las indicaciones de NACK y DTX asociadas con las CC en el subconjunto han de ser combinadas, en el bloque 1080 el UE puede indicar "NACK" para la CC. El UE puede generar el estado en base a los ACK, NACK, DTX o NACK/DTX indicados para las CC (que pueden ser CC planificadas, activadas o configuradas) y hace corresponder el estado generado con un punto de código en el libro de códigos.

35 En una realización, la reducción de estados puede lograrse mediante el uso de la correlación del PDCCH o PDSCH. En algunas realizaciones, mientras que las DCI pueden estar en la misma o diferentes CC, los "PCCH que faltan" pueden correlarse si las DCI están en la misma CC. Los estados pueden correlarse entre PDCCH en la misma CC. Si un DTX es indicado, puede ser probable que el otro PDCCH falte y así el DTX, también. Un UE puede combinar {DTX, X} o {X, DTX} en un mismo estado {DTX, DTX}, donde X es un "no importa" (esto es, puede ser tanto ACK como NACK).

5 Puede haber también una correlación entre PDSCH que puede usarse. Los estados pueden estar correlados entre PDSCH en diferentes CC, por ejemplo, CC que tienen una alta correlación entre ellos. Si un ACK es generado para una CC, es probable que un ACK se genere también para el PDSCH o CC correlada. Si un NACK es generado para una CC, es probable que un NACK sea también genera para el PDSCH o CC correlada. Un ACK y un NACK pueden todavía ocurrir pero con mucha menos probabilidad. Por lo tanto, un UE puede unir {ACK, NACK}, {NACK, ACK} y {NACK, NACK} en un único estado (NACK, NACK) en el libro de códigos sin causar una degradación significativa.

10 En tal realización, un UE puede determinar que hay al menos un NACK que se genera para una CC, y puede por lo tanto indicar "Todo NACK". Si el UE determina que los ACK se están generando para todas las CC, el UE puede indicar "Todo ACK". De lo contrario (por ejemplo, cuando hay al menos un ACK y un DTX pero no NACK) el UE puede indicar el estado que contiene el ACK y DTX. De manera alternativa, el UE puede indicar "Todo DTX".

15 En una realización, si un PDCCH es detectado para una CC, y un NACK es generado para la CC, el UE puede indicar "NACK" para la CC y "NACK" también para las otras CC que están altamente correladas con esta CC (por ejemplo en el mismo grupo de "alta correlación"). De lo contrario, si se general ACK para todas las CC, el UE puede indicar "ACK" para todas las CC. Si un PDCCH no es detectado para una CC, el UE puede indicar un DTX para la CC. El UE puede también indicar "DTX" para las CC cuyos PDCCH son transmitidos en la misma CC que ésta CC.

20 En algunas realizaciones, las CC pueden ser clasificadas en orden en base a la calidad del canal. Puede ser más probable tener NACK en vez de DTX para CC que tienen buena calidad del canal. En una realización, si hay al menos un ACK generado para las CC, un UE puede combinar NACK y DTX para las CC que no generan ACK e indicar "NACK/DTX" para esas CC. En esta realización, si no se generan ACK para las CC, el UE puede identificar la CC que tiene la peor calidad del canal cuya recepción del PDSCH resulta en un NACK. Esta CC puede referirse como una CC de referencia. La recepción del PDCCH para las CC cuya calidad del canal es peor que la CC de referencia es probable que resulte en DTX, mientras que la recepción del PDSCH para las CC cuya calidad del canal es mejor que la CC de referencia es probable que resulte en NACK. Para las CC que tienen peor calidad del canal que la CC de referencia, el UE puede indicar DTX para tales CC. Para las CC que tienen mejor calidad del canal que la CC de referencia, el UE puede indicar NACK/DTX para tales CC. Un libro de código de ACK/NACK/DTX ejemplar no limitante (37 estados, 6 bits) basado en esta realización se muestra en la Tabla 5.

25

Tabla 5. Transmisión de multiplexación de ACK/NACK/DTX para cinco portadoras de componentes

Estados de ACK/NACK/DTX	Bits
ACK, ACK, ACK, ACK, ACK	111110
ACK, ACK, ACK, ACK, NACK/DTX	111100
ACK, ACK, ACK, NACK/DTX, ACK	111010
ACK, ACK, ACK, NACK/DTX, NACK/DTX	111000
ACK, ACK, NACK/DTX, ACK, ACK	110110
ACK, ACK, NACK/DTX, ACK, NACK/DTX	110100
ACK, ACK, NACK/DTX, NACK/DTX, ACK	110010
ACK, ACK, NACK/DTX, NACK/DTX, NACK/DTX	110000
ACK, NACK/DTX, ACK, ACK, ACK	101110
ACK, NACK/DTX, ACK, ACK, NACK/DTX	101100
ACK, NACK/DTX, ACK, NACK/DTX, ACK	101010
ACK, NACK/DTX, ACK, NACK/DTX, NACK/DTX	101000
ACK, NACK/DTX, NACK/DTX, ACK, ACK	100110
ACK, NACK/DTX, NACK/DTX, ACK, NACK/DTX	100100
ACK, NACK/DTX, NACK/DTX, NACK/DTX, ACK	100010
ACK, NACK/DTX, NACK/DTX, NACK/DTX, NACK/DTX,	100000
NACK/DTX, ACK, ACK, ACK, ACK	011110

Estados de ACK/NACK/DTX	Bits
NACK/DTX, ACK, ACK, ACK, NACK/DTX	011100
NACK/DTX, ACK, ACK, NACK/DTX, ACK	011010
NACK/DTX, ACK, ACK, NACK/DTX, NACK/DTX,	011000
NACK/DTX, ACK, NACK/DTX, ACK, ACK	010110
NACK/DTX, ACK, NACK/DTX, ACK, NACK/DTX	010100
NACK/DTX, ACK, NACK/DTX, NACK/DTX, ACK	010010
NACK/DTX, ACK, NACK/DTX, NACK/DTX, NACK/DTX	010000
NACK/DTX, NACK/DTX, ACK, ACK, ACK	001110
NACK/DTX, NACK/DTX, ACK, ACK, NACK/DTX	001100
NACK/DTX, NACK/DTX, ACK, NACK/DTX, ACK	001010
NACK/DTX, NACK/DTX, ACK, NACK/DTX, NACK/DTX	001000
NACK/DTX, NACK/DTX, NACK/DTX, ACK, ACK	000110
NACK/DTX, NACK/DTX, NACK/DTX, ACK, NACK/DTX	000100
NACK/DTX, NACK/DTX, NACK/DTX, NACK/DTX, ACK	000010
NACK/DTX, NACK/DTX, NACK/DTX, NACK/DTX, NACK	000001
NACK/DTX, NACK/DTX, NACK/DTX, NACK, DTX	000011
NACK/DTX, NACK/DTX, NACK, DTX, DTX	001001
NACK/DTX, NACK, DTX, DTX, DTX	010001
NACK, DTX, DTX, DTX, DTX	100001

En una realización, CC pueden particionarse en dos o más particiones, cada una con menos CC que el número total de CC. Porque el número de estados aumenta exponencialmente con el número de CC, puede ser deseable reducir el número de CC. Mediante el particionamiento de CC, el número de estados para cada partición es significativamente más pequeño debido al disminuido número de CC en cada partición, y por lo tanto menos bits son requeridos para representar los estados en cada partición.

5 Para implementaciones no-MIMO, cada CC tiene tres estados, a saber ACK, NACK y DTX. Esto resulta en nueve estados (o 3^2) para dos CC y 81 estados (o 3^4) para cuatro CC. El estado "Todo DTX" puede ser {DTXM DTX} para dos CC t {DTX, DTX, DTX, DTX} para cuatro CC. El estado "Todo DTX" puede excluirse del total de estados para la codificación conjunta porque el estado "Todo DTX" puede estar indicado de manera implícita o detectado por detección de DTX en el receptor y puede no necesitar ser incluido para la codificación conjunta con otros estados. Si el estado "Todo DTX" es excluido del total de estados para la codificación conjunta, quedan ocho y 80 estados para dos CC y cuatro CC respectivamente. Para cuatro CC, puede requerir siete bits para representar todos los estados. Así siete bits son transmitidos para cada estado de ACK/NACK/DTX correspondiente generado en el UE. Para dos CC, puede requerir tres bits para representar todos los estados. Para dos particiones donde cada una tiene dos CC, solo 3+3 bits = 6 bits en total pueden necesitarse para transmitir todos los estados de ACK/NACK/DTX para ambas particiones generadas en un UE.

10 La partición de portadora puede usarse para codificación conjunta y puede transformar un aumento exponencial en el número de estados en un aumento lineal en el número de estados. Para M CC, el número total de estados aumenta exponencialmente con el aumento de M, con el número de estados definido como $3^M - 1$. Para dos particiones de CC (una partición de CC con y CC, la otra partición de CC con M - y CC), el número total de estados puede aumentar semi-linealmente con el aumento de M, con el número de estados definido como $3^y - 1 + 3^{(M-y)} - 1$, que requiere $\log_2(3^y - 1) + \log_2(3^{(M-y)} - 1)$ bits para representar los estados de ambas particiones. Por ejemplo, para M = 4 e y = 2, el número total de estados puede reducirse a $(3^2 - 1) + (3^2 - 1) = 16$ estados ó 6(3+3) bits desde $3^4 - 1 = 80$ estados, o siete bits. La tasa de codificación efectiva puede mejorarse a 0,27 desde 0,32 que resulta en una mejora de rendimiento de unos 0,8 a 1 dB para la codificación conjunta del PUCCH. La Tabla 6 muestra el número

de estados antes y después de la partición, así como el número de bits requerido para representar los estados usados tras la partición, para varias realizaciones ejemplares.

Tabla 6. Estados antes y después de la partición

Número de CC	Estados totales antes de la partición	Estados totales tras la partición	Bits para representar los estados
5	$3^5-1 = 242$ (8 bits)	$(3^2-1)+(3^3-1) = 34$	8
4	$3^4-1 = 80$ (7 bits)	$(3^2-1)+(3^2-1) = 16$	6
3	$3^3-1 = 26$ (5 bits)	$(3^1-1)+(3^2-1) = 10$	4
2	$3^2-1 = 8$ (3 bits)	$(3^1-1)+(3^1-1) = 4$	2

5 En una realización, la codificación separada del estado de DTX de CC configuradas para la recepción del PDCCH puede ser usada. En tales realizaciones, un UE puede codificar y transmitir cierta información en el PUCCH en una subtrama dada. Tal información puede incluir una indicación de si al menos una asignación del DL fue detectada desde el PDCCH de cada CC o un conjunto de CC, donde el conjunto de CC puede incluir al menos una del conjunto de CC configuradas para la recepción del PDCCH y el conjunto de CC activadas configuradas para la recepción del PDCCH. Tal información puede también incluir bien información de estado (ACK/NACK) perteneciente al conjunto o recibir bloques de transporte o información de estado (ACK/NACK/DTX) perteneciente a un conjunto de bloques de transporte que incluye bloques de transporte que pueden ser recibidos en las CC para las cuales las asignaciones del enlace descendente pueden ser señalizadas desde el PDCCH de una de las CC para las cuales fue indicado que la al menos una asignación del DL fue detectada.

10 La información de estado transmitida puede codificarse mediante el uso de medios o métodos, incluidos los descritos en este documento. Por ejemplo, un único bit puede usarse para indicar el estado de un par de bloques de transporte de una única transmisión MIMO, donde el bit es configurado a "1" (que indica ACK) cuando ambos bloques de transporte son recibidos con éxito, y "0" (que indica NACK) al contrario. Además, cuando no se ha recibido asignación del DL en ninguna CC del DL, el UE puede no transmitir nada en el PUCCH.

15 Las realizaciones de codificación separada descritas anteriormente pueden ser especialmente útiles cuando un subconjunto relativamente pequeño de CC del DL configuradas (o activadas) son configuradas para la recepción del PDCCH porque el número de bits requerido para indicar si las asignaciones del DL fueron recibidas en esas CC es también pequeño. Tal realización puede depender de la asunción de que puede haber una correlación significativa entre eventos de error cuando una asignación del DL falta cuando estas asignaciones del DL son transmitidas desde la misma CC del DL. En este caso, la probabilidad de que el UE pierda una asignación del DL pero reciba otra asignación del DL es muy baja cuando estas asignaciones del DL han sido transmitidas desde la misma CC del DL, y así hay una penalización muy pequeña en no reportar tales eventos.

20 En una realización, se puede usar codificación de longitud variable, y el espacio de estado puede ser codificado según su probabilidad. Esto puede reducir el número de bits a ser transmitidos. Una guía de que estados de "alta probabilidad" son codificados con menos bits y estados con "baja probabilidad" son codificados con más bits puede ser aplicada. La codificación de entropía o codificación de Huffman pueden usarse para codificar los estados de ACK/NACK/DTX. La codificación de entropía o codificación de Huffman son típicamente usadas para secuencias de bits continuas mientras que en muchos sistemas LTE el PUCCH porta secuencias de bits no continuas. Sin tales restricciones la codificación para los estados puede tener más flexibilidad. Como resultado el punto de código o los bits que representan los estados puede tener longitud variable. Mediante el uso de codificación de entropía o codificación de Huffman, el número de bits a transmitir en el aire puede ser menor que la media. La Tabla 7 ilustra estos resultados con varios ejemplos no limitantes.

Tabla 7. Bits y probabilidades para varios estados

Estados	Bits	Probabilidad	Codificación
{A A}	1	0,64	RM (20, 1)
{A N}	0	0,12	RM (20, 1)
{N A}	11	0,12	RM (20, 2)
{A D}	10	0,04	RM (20, 2)
{D A}	01	0,04	RM (20, 2)

{N N}	00	0,0225	RM (20, 2)
{N D}	111	0,0075	RM (20, 3)
{D N}	000	0,0075	RM (20, 3)

En un ejemplo proporcionado solo con propósito ilustrativo, donde dos DL están siendo usados, y cada DL usa solo una única palabra de código, la probabilidad de (CRC=bueno|PDCCH) o ACK es igual al 80%, NACK es 15% y DTX es 5%. Como se ha visto en la Tabla 7 hay $3^2 = 9$ estados: {A A} = 0,64, {A N} = 0,12, {N A} = 0,12, {A D} = 0,04, {D A} = 0,04, {N N} = 0,0225, {N D} = 0,0075, {D N} = 0,0075, y {D D} = 0,0025 (no transmitir).

5 El método 1100 de la Figura 11 es un método no limitante ejemplar de la implementación de una realización. En el bloque 1110, para una CC (que puede estar limitada a una CC planificada, activada, o configurada), una determinación se puede hacer por el UE en cuanto a si un PDCCH es detectado para la CC. Si no se ha detectado un PDCCH para la CC, el UE puede indicar "DTX" para la CC en el bloque 1120. Si un PDCCH se ha detectado para la CC, en el bloque 1130 el UE puede determinar si un PDSCH ha sido recibido con éxito para la CC. Si un PDSCH no ha sido recibido con éxito para la CC, en el bloque 1140 el UE puede indicar "NACK" para la CC. Si un PDSCH ha sido recibido con éxito para la CC, en el bloque 1150 el UE puede indicar "ACK" para la CC.

15 En el bloque 1160, el UE puede generar un estado en base al ACK, NACK o DTX indicado para cada CC. En algunas realizaciones, el UE puede configurarse para generar un estado para todas las CC. En el bloque 1165, el UE puede determinar una probabilidad de ocurrencia para el estado. Si el estado generado en el bloque 1160 está marcado con o por el contrario asociado con una gran probabilidad de ocurrencia o categoría equivalente, en el bloque 1170 el UE puede hacer corresponder el estado generado con un punto de código de longitud corta en el libro de códigos. Si el estado generado en el bloque 1160 es asociado con una probabilidad de ocurrencia media, en el bloque 1180 el UE puede hacer corresponder el estado generado con un punto de código de longitud media en el libro de códigos. Si el estado generado en el bloque 1160 es asociado con una probabilidad de ocurrencia baja, en el bloque 1190 el UE puede hacer corresponder el estado generado con un punto de código de longitud larga en el libro de códigos.

25 En otras realizaciones, se puede usar una protección de errores desigual. Un espacio de estado puede particionarse en dos o más particiones y la codificación desigual puede aplicarse a cada partición. El criterio para determinar la partición puede basarse en los diferentes requisitos de rendimiento para los estados. Por ejemplo, un error NACK puede ser más crítico que un error ACK. La probabilidad de NACK a ACK puede ser más importante que la probabilidad de ACK a NACK. Los estados que contienen NACK pueden codificarse con una longitud de codificación más alta o tener menos bits de información. Los estados se pueden distinguir por el número de NACK relativos a otros estados, y los estados se pueden particionar en varias categorías en base a esa distinción. Por ejemplo, una categoría de estados puede ser "NACK son más numerosos que ACK", y otra categoría de estados puede ser "ACK son más numerosos que o el mismo número que NACK". Una codificación más fuerte puede ser aplicada a la primera categoría de estados con más NACK que ACK y una codificación más débil puede ser aplicada a la segunda categoría de estados con más ACK que NACK o el mismo número de ACK y NACK.

35 Por ejemplo, en una realización con $M = 4$ CC, puede haber 80 estados en total. 80 estados pueden particionarse en dos particiones, uno que contiene 16 estados y la otra que contiene 64 estados. Esta realización requiere cuatro bits y seis bits respectivamente para soportar codificación desigual al compararse con un libro de códigos que usa siete bits sin capacidad de codificación desigual. La codificación RM puede usarse en tal realización, con (20, 4) y (20, 6) usadas para las particiones respectivamente.

40 El método 1200 de la Figura 12 es un método no limitante ejemplar de la implementación de tal realización. En el bloque 1210, un UE puede determinar si un PDCCH es detectado para una CC. Observe que en algunas realizaciones, la determinación puede estar limitada a una CC planificada, activada o configurada. Si no se detecta un PDCCH para la CC, en el bloque 1220 el UE puede indicar "DTX" para la CC. Si un PDCCH es detectado para la CC, en el bloque 1230, el UE puede determinar si un PDSCH ha sido recibido con éxito para la CC. Si un PDSCH no ha sido recibido con éxito para la CC, en el bloque 1240 el UE puede indicar "NACK" para la CC. Si un PDSCH ha sido recibido con éxito para la CC, en el bloque 1250 el UE puede "ACK" para la CC.

45 En el bloque 1260, el UE puede generar un estado en base al ACK, NACK o DTX indicado para la CC. En algunas realizaciones, el UE puede configurarse para generar un estado para todas las CC. En el bloque 1265, el UE puede determinar si el estado generado en el bloque 1260 está asociado con una partición de "protección de error alta" o una partición de "protección de error normal". Si el estado generado está asociado con una partición de "protección de error alta", en el bloque 1270, el UE puede hacer corresponder el estado generado con un punto de código al cual una codificación de canal "fuerte" es aplicada en el libro de códigos. Si el estado generado está asociado con una partición de "protección de error normal", en el bloque 1280, el UE puede hacer corresponder el estado generado con un punto de código al cual una codificación de canal "normal" es aplicada en el libro de códigos.

50 El método 1300 de la Figura 13 es un método no limitante ejemplar de la implementación de una realización. En el bloque 1310, un UE puede determinar si un PDCCH es detectado para una CC. Observe que en algunas

realizaciones, la determinación puede estar limitada a una CC planificada, activada o configurada. Si no se ha detectado un PDCCH para la CC, en el bloque 1320 el UE puede indicar "DTX" para la CC. Si un PDCCH es detectado para la CC, en el bloque 1330, el UE puede determinar si un PDSCH ha sido recibido con éxito para la CC. Si un PDSCH no ha sido recibido con éxito para la CC, en el bloque 1340 el UE puede indicar "NACK" para la CC. Si un PDSCH ha sido recibido con éxito para la CC, en el bloque 1350 el UE puede "ACK" para la CC.

En el bloque 1360, el UE puede generar un estado en base al ACK, NACK o DTX indicado para la CC. En algunas realizaciones, el UE puede configurarse para generar un estado para todas las CC. En el bloque 1365, el UE puede determinar si el estado generado tiene más NACK que ACK. Si el estado generado tiene más NACK que ACK, en el bloque 1370 el UE puede hacer corresponder el estado generado con un punto de código "corto" en el libro de códigos. Si el estado generado tiene el mismo número de NACK y ACK, o más ACK que NACK, en el bloque 1380 el UE puede hacer corresponder el estado generado con un punto de código "largo" en el libro de códigos. Observe que los métodos de codificación desigual descritos pueden usarse en combinación con cualquier otra realización descrita en este documento, incluyendo métodos de subespacio de estados.

En una realización, el número de bits de ACK/NACK que es necesario para ser realimentado depende de la configuración de DL-UL. En una realización, por ejemplo en un sistema TDD de LTE-A, el número de bits realimentados de ACK/NACK puede depender de la configuración de DL-UL así como el número de portadoras de componentes agregadas. Por ejemplo, para una configuración de subtrama 4DL:1UL y agregación de cinco portadoras, un UE puede realimentar 40 bits de ACK/NACK (por ejemplo, donde se usa DL MIMO y DTX implícito para las cinco portadoras). Puede haber al menos dos modos de realimentación de ACK/NACK en una realización. Un modo puede ser multiplexar ACK/NACK, y otro modo puede ser empaquetar ACK/NACK. Cualquiera de estos modos de realimentación puede usar reducción de realimentación mediante el uso de empaquetado del dominio espacial y/o dominio del tiempo (subtrama). El número de bits de ACK/NACK de realimentación puede ser 10 bits en realizaciones de LTE-A que usan FDD. Por lo tanto, para reducir la sobrecarga de la realimentación en sistemas de TDD para que la sobrecarga sea comparable a FDD de LTE-A, toda la realimentación de bits de ACK/NACK puede reducirse a un coste de degradación de rendimiento en un sistema TDD. Un modo de realimentación que puede ser usado con empaquetado de ACK/NACK puede ser la multiplexación de ACK/NACK con empaquetado parcial. Otro modo de realimentación puede ser empaquetado de ACK/NACK total.

En una realización, puede usarse un indicador del UL. Un número total de asignaciones del DL detectadas puede ser realimentado para tanto multiplexación de ACK/NACK con empaquetado parcial como empaquetado total. El número de asignaciones del DL detectadas puede usar una operación de modulo 4 para reducir la sobrecarga. Puede no haber necesidad de señalar un indicador del DL para indicar asignaciones del enlace descendente (DAI) para multiplexación de ACK/NACK con empaquetado parcial o empaquetado total. El problema de pérdida del último PDCCH que puede encontrarse en algunos sistemas heredados puede ser eliminado o solucionado. En una realización que usa la realimentación del UL con empaquetado parcial, el empaquetado parcial en el dominio del tiempo (esto es, subtramas) puede ser usado primero y entonces la multiplexación de la CC puede realizarse. De manera alternativa, o además, el empaquetado parcial en el dominio de la frecuencia (esto es, CC) puede usarse primero entonces la multiplexación de subtrama del enlace descendente puede ser realizada.

En una realización, puede usarse empaquetado parcial en el dominio del tiempo (subtramas) con multiplexación de CC. En tal realización, un UE puede monitorizar (por ejemplo, contar) cuántos ACK (esto es, la CRC del PDSCH correspondiente es detectada con éxito) son detectados para cada CC. Por ejemplo, la Figura 14 muestra una configuración 1400 no limitante ejemplar con una configuración de subtrama de 4DL:1UL ($M = 4$) y una agregación de cinco portadoras de componentes ($N = 5$). En esta realización, la DAI no es señalizada en el DL. Para cada CC, el UE puede contar el número de ACK para todas las subtramas del DL (cuatro subtramas del enlace descendente son usadas en el ejemplo mostrado en la Figura 14). El UE puede reportar {2, 1, 2, 2, 2} ACK para CC1, CC2, CC3, CC4 y CC5 respectivamente.

El número total de ACK o NACK para todas las CC puede multiplexarse y codificarse conjuntamente. Esto puede permitir el uso de 10 bits de realimentación de ACK/NACK (dos bits para cada CC, con $N = 5$ CC). El número total de ACK para cada CC puede realimentarse mediante el uso de una operación de módulo 4. Los dos bits $b(0)$, $b(1)$ de realimentación para cada CC y su correspondencia correspondiente a múltiples respuestas de ACK/NACK según una realización no limitante ejemplar son mostrados en la Tabla 8. Los dos bits de realimentación de ACK/NACK por CC pueden codificarse y multiplexarse de manera conjunta. Si no hay un ACK detectado en una CC configurada, un UE puede reportar NACK.

Tabla 8. Correspondencia entre múltiples respuestas de ACK/NACK y $b(0)$, $b(1)$ para CC i

Número de ACK	$b(0)$, $b(1)$
0 o Ninguno (UE detecta que al menos una asignación de DL falta)	0, 0
1	1, 1
2	1, 0

3	0, 1
4	1, 1
5	1, 0
6	0, 1
7	1, 1
8	1, 0
9	0, 1

5 En una realización, se puede usar el empaquetado parcial en el dominio de la frecuencia (CC) con multiplexación de subtrama. De manera similar a la realización con empaquetado parcial en el dominio del tiempo (subtramas) con multiplexación de CC descrita anteriormente, un UE puede contar el número total de ACK para todas las CC configuradas para cada subtrama del DL. Como se muestra en la Figura 14, un UE puede reportar {4, 1, 2, 2} ACK para la subtrama 1, subtrama 2, subtrama 3, y subtrama 4 del enlace descendente, respectivamente. El número total de ACK para cada subtrama del DL puede ser multiplexada y codificada conjuntamente. El número total de realimentaciones de ACK/NACK puede ser igual a dos veces el número de subtramas del DL en una configuración TDD. En este ejemplo, ocho bits de realimentación (dos bits para cada subtrama del DL y M = 4 subtramas del enlace descendente) pueden ser suficientes para la realimentación de ACK/NACK. Un ejemplo de los dos bits b(0), b(1) de realimentación para cada subtrama y su correspondencia correspondiente a múltiples respuestas de ACK/NACK es mostrado en la Tabla 9.

Tabla 9. Correspondencia entre múltiples respuestas de ACK/NACK y b(0), b(1) para subtrama i

Número de ACK	b(0), b(1)
0 o Ninguno (UE detecta que al menos una asignación de DL falta)	0, 0
1	1, 1
2	1, 0
3	0, 1
4	1, 1
5	1, 0

15 En una realización, se puede usar el empaquetado de ACK/NACK total. En tal realización, puede no haber necesidad de distinguir empaquetado en el dominio del tiempo o empaquetado en el dominio de la frecuencia para el empaquetado total porque esta implementación de tal realización puede solo reportar un único número que representa el número total de ACK para todas las subtramas del DL y CC. También se puede usar una operación de modulo 4 en los ACK reportados. Por lo tanto, solo dos bits se pueden usar para la realimentación del ACK/NACK. Los dos bits b(0), b(1) de realimentación y su correspondencia correspondiente a las múltiples respuestas de ACK/NACK son mostrados en la Tabla 10. Para un UE que opera en una configuración de potencia limitada, la sobrecarga de la realimentación de ACK/NACK puede optimizarse y la cobertura del servicio puede aumentarse o mantenerse.

Tabla 10. Correspondencia entre múltiples respuestas de ACK/NACK y b(0), b(1)

Número de ACK	b(0), b(1)
0 o Ninguno (UE detecta que al menos una asignación de DL falta)	0, 0
1, 4, 7, 10, 13, 16, 19	1, 1
2, 5, 8, 11, 14, 17, 20	1, 0
3, 6, 9, 12, 15, 18	0, 1

25 En una realización, puede usarse un indicador del DL o DAI. Un DAI de dos bits (modulo x o modulo 4) puede usarse como un indicador del número total de PDCCH/CC planificados para cada subtrama del DL. Puede no haber necesidad de reportar un número total de ACK en el UL (esto es, no se necesita un indicador del UL). Esta

5 realización puede usarse para multiplexación de ACK/NACK con empaquetado parcial en el dominio de la frecuencia (dominio de CC) o empaquetado de ACK/NACK total, por ejemplo como el descrito en este documento. Para realizaciones que usan empaquetado parcial (por ejemplo, donde el DL está en modo MIMO), el número máximo de bits de realimentación de ACK/NACK del UL puede ser nueve. A diferencia del empaquetado parcial en el dominio del tiempo usado en algunos sistemas heredados, el problema de fallo en la detección del último PDCCH puede ser solucionado. También, el tamaño de la DAI puede ser compatible con sistemas heredados. Valores ejemplares no limitantes de indicadores del enlace descendente o DAI son mostrados en la Tabla 11.

Tabla 11. Valores de los indicadores del DL o DAI

Indicador del DL o DAIMSB, LSB	Número de CC con transmisión del PDSCH
0, 0	1 ó 5
0, 1	2
1, 0	3
1, 1	0 ó 4

10 En una realización, las DAI de dos bits pueden ser señalizadas en el DL y un UE puede empaquetar ACK/NACK en el dominio de la CC para generar uno o dos bits por subtrama del DL (empaquetado parcial en el dominio del tiempo para cada subtrama del enlace descendente). Los bits de cada subtrama del DL tras el empaquetado pueden ser multiplexados y codificados conjuntamente como bits de realimentación de ACK/NACK del UL. Dado que la DAI puede ser un indicador del número total de asignaciones del DL planificadas para cada subtrama del DL, el UE puede detectar si hay una detección fallida del PDCCH o no para cada subtrama del DL. Por lo tanto, el UE puede generar bits empaquetados en el dominio de la CC. En la configuración 1500 ejemplar no limitante ilustrada en la Figura 15, hay dos asignaciones del DL que son mal detectadas en la subtrama 2 y la subtrama 4 del DL para CC2 y CC4 respectivamente. El valor de la realimentación de ACK/NACK es 0 (por ejemplo, para SIMO) ó 00 (por ejemplo, para MIMO) para las subtramas 2 y 4, y el valor de la realimentación de ACK/NACK es 1 (por ejemplo, para SIMO) ó 11 (por ejemplo, para MIMO) en las subtramas 1 y 3. Los bits de realimentación de cada subtrama del DL pueden multiplexarse y codificarse conjuntamente. Por lo tanto, puede no haber necesidad de reportar el número total de ACK como un indicador de UL. Si el empaquetado parcial es usado para una configuración de 9DL:1UL (M = 9) en modo MIMO, el empaquetado en el dominio de la portadora puede asociarse con empaquetado espacial para ahorrar más sobrecarga de realimentación de ACK/NACK del UL. En este caso el número máximo de bits de realimentación de ACK/NACK del UL puede ser nueve. Incluso en realizaciones que usan una configuración de DL-UL TDD (9DL:1UL), el número de bits de ACK/NACK del UL puede aún ser menor que los 10 bits soportados en FDD de LTE-A. A diferencia de algunas configuraciones de empaquetado en el dominio del tiempo de TDD heredadas, el fallo en la detección del último PDCCH puede resolverse porque un UE puede tener la información respecto a cuántas asignaciones del DL son planificadas en una subtrama del DL en particular.

30 En una realización, se puede usar una combinación de un indicador del DL o una DAI y un indicador del UL. Un indicador del DL o DAI puede ser aplicado en la señalización del DL. Un indicador del DL o DAI puede indicar un número total de asignaciones del DL planificadas por una estación base (por ejemplo, eNodeB) para todas las CC para cada subtrama. Esto se puede implementar de una manera similar a la solución descrita en este documento respecto a la Tabla 11. Otro valor ejemplar de indicadores del DL o DAI es mostrado en la Tabla 12. Un indicador del UL puede indicar el número total de ACK. Un indicador del UL en esta realización puede ser similar al indicador del UL descrito anteriormente. Un UE puede ahorrar potencia de transmisión cuando esté en un modo de empaquetado de ACK/NACK total cuando el empaquetado de ACK/NACK total sea usado.

Tabla 12. Valores de los indicadores del DL o DAI

Indicador del DL o DAI MSB, LSB	Número de subtramas con transmisión del PDSCH
0, 0	1 ó 5 ó 9
0, 1	2 ó 6
1, 0	3 ó 7
1, 1	0 ó 4 u 8

40 Si un indicador del DL de dos bits o DAI (modulo 4) es señalizado en el DL cuando un modo de empaquetado total está en uso, un UE puede configurarse para detectar donde los PDCCH son mal detectados en cada subtrama del DL. Tras detectar un PDCCH que falta, un UE puede señalar DTX (esto es, no hay transmisión física). De este modo, el UE puede ahorrar potencia de transmisión cuando está en el modo de empaquetado total. Esto puede ser crucial si el UE está limitado en potencia. En la configuración 1600 ejemplar no limitante ilustrada en la Figura 16, un

UE puede detectar al menos dos asignaciones del DL que faltan en las subtramas 2 y 4 del DL. El UE puede no transmitir ninguna realimentación de ACK/NACK dado que la estación base (por ejemplo, un eNodeB) puede detectar un DTX y puede retransmitir todos los datos cuando el UE está en modo empaquetado de ACK/NACK total. Además, esta realización no aumenta el tamaño del campo de la DAI, y puede ser compatible hacia atrás con sistemas heredados (por ejemplo, LTE R8) en términos de tamaño de formato de la DCI.

5 En una realización, la DAI de dos bits puede ser reclamada como bits de campo indicación de portadora (CIF) para reducir la sobrecarga de señalización. Si no hay necesidad de señalar la DAI del DL en el DL (o si la DAI no se puede usar), las DAI de dos bits en un formato de la DCI pueden ser reclamadas como bits del CIF, y por lo tanto la sobrecarga del PDCCH puede reducirse.

10 En una realización, se puede usar un indicador del DL extendido o una DAI extendida. Dos partes de la DAI pueden usarse, esto es, $DAI_{DL} = (DAI1, DAI2) = (3 \text{ bits}, 2 \text{ bits})$ o $(2 \text{ bits}, 2 \text{ bits})$ donde la DAI1 puede ser el número de PCDDH/CC planificados por cada subtrama del DL y DAI2 es el contador de primer CC sobre la subtrama de CC. Puede no haber necesidad de reportar el número total de ACK en el UL (esto es, no necesidad de un indicador del UL). Esta realización puede usarse para multiplexación de ACK/NACK con empaquetado parcial en el dominio de la frecuencia (dominio de la CC) o empaquetado de ACK/NACK total. Para implementaciones que usan empaquetado espacial (esto es, el DL está en modo MIMO), el número máximo de bits de realimentación de ACK/NACK del UL puede ser nueve. A diferencia del empaquetado parcial en el dominio del tiempo en algunos sistemas heredados, el problema del fallo en la detección del último PDCCH puede resolverse.

20 En una realización, puede haber dos partes en el diseño de la DAI del DL, esto es, $DAI = (DAI1, DAI2)$. La primera parte de la DAI (esto es, DAI1) puede ser igual al DAI como se describió anteriormente, esto es, un indicador de los PDCCH/CC planificados totales para cada subtrama del DL. Dado que DAI1 puede ser un indicador de los PDCCH/CC planificados totales para cada subtrama del DL, puede compartir las mismas propiedades, tal como puede no haber necesidad de reportar un número total de ACK en el UL, habilitando la multiplexación de ACK/NACK con empaquetado parcial en el dominio de la CC o empaquetado de ACK/NACK total, el máximo de bits de realimentación de ACK/NACK del UL puede ser igual a nueve asociado con empaquetado espacial, y el problema del fallo en la detección del último PDCCH puede resolverse. DAI2 puede ser un contador secuencial que cuenta el dominio de la CC primero como la segunda parte del diseño de la DAI. Esta realización puede detectar un caso donde solo una CC es planificada en una subtrama del DL. En la configuración 1700 ejemplar no limitante ilustrada en la Figura 17, en la subtrama 2 del DL puede no solo haber un PDCCH planificado y el UE puede haber fallado en la detección de ese PDCCH. Esto puede resultar en que el UE no es consciente de si el PDCCH está siendo planificado en la subtrama 2 del DL o n.º La DAI2 puede compensar este problema mediante la realización de un contador en el dominio de la CC. En el ejemplo mostrado en la Figura 17, el UE puede determinar que hay un fallo en la detección del PDCCH. Por lo tanto, el UE puede generar el estado de empaquetado total correcto (esto es, NACK) en vez de ACK.

35 En una realización, se pueden usar tres partes de la DAI, esto es, $DAI_{DL} = (DAI1, DAI2, DAI3) = (3 \text{ bits}, 2 \text{ bits}, 2 \text{ bits})$ o $(2 \text{ bits}, 2 \text{ bits}, 2 \text{ bits})$, donde DAI1 puede ser el número de asignaciones del DL planificadas, DAI2 puede ser el contador de primera CC sobre la subtrama de CC, y DAI3 puede ser un contador de dos bits (por ejemplo, como el usado en algunos sistemas heredados).

40 Observe que el diseño de DAI DL óptimo puede ser usado al coste de aumentar la sobrecarga. Por lo tanto, un UE puede realizar multiplexación de ACK/NACK con empaquetado bien en el dominio de la CC o en el dominio del tiempo. También, el problema de fallo en la detección del primer PDCCH puede resolverse dado que DAI1 puede presentar el número de asignaciones del DL planificadas.

45 Como se ha expuesto en las descripciones de varias realizaciones anteriormente, detectar un PDCCH para una CC puede ser deseable. Puede también ser deseable determinar el estado de recepción del PDCCH de manera más granular. Más específicamente, puede ser útil detectar un PDCCH perdido y detección de falso positivo de un PDCCH. En una realización, las señales de control del DL o DCI transmitidas por la red (por ejemplo, desde un eNodeB) a un UE pueden contener un indicador representativo del número de secuencia o cuenta de mensajes de control enviados sobre un periodo de tiempo de referencia predeterminado. Por ejemplo, un periodo de tiempo de referencia puede ser una subtrama. El indicador puede ser un módulo contador que aumenta de un valor predeterminado. De manera alternativa, el conjunto de señales de control del DL o DCI que proporciona tal secuencia o indicador de contador al UE como enviado por una estación base (por ejemplo, un eNodeB) puede específicamente incluir todas las DCI de asignación del DL enviadas durante el periodo de tiempo de referencia sobre todas las CC configuradas o activadas para ese UE.

55 En otra realización, una señal de control del DL, o DCI transmitida por la red (por ejemplo, un eNodeB) a un UE, puede contener un indicador representativo del número total de mensajes de control enviados sobre un periodo de tiempo de referencia de tiempo predeterminado. En tal realización, este indicador puede ser un valor absoluto en un intervalo predeterminado. Por ejemplo, este conjunto de mensajes de control del DL que portan una indicación representativa de un número total de mensajes de asignación del DL enviados al UE en esa subtrama puede ser cualquiera o todas las ocurrencias de un DCI concesionado de un UL sobre un periodo de subtrama representativo para el conjunto de DCI asignadas del DL enviadas durante el periodo de tiempo de referencia sobre todas las CC

60

configuradas o activadas para el UE. Estas realizaciones, la realización del indicador de secuencia, y la realización del número total de mensajes de control pueden combinarse o usarse de manera independiente.

Observe que, como se usa en este documento, la Información de Control del Enlace Descendente, o "DCI", puede referirse a un mensaje de señalización del DL con el propósito de control de transmisión enviado por la red y recibido por un UE. En las realizaciones descritas, a menos que se especifique de otro modo, el término "DCI" sin embargo utilizado, sin limitación en tales realizaciones, puede referirse a un mensaje de señalización del DL para el cual un UE es esperado que transmita información de control del enlace ascendente (por ejemplo, ACK/NACK de la HARQ). Mientras las presentes realizaciones incluyen métodos para transmitir realimentación del enlace ascendente para transmisión o transmisiones del enlace descendente y así referirse principalmente a un DCI que podría planificar de manera típica una o más transmisiones, la aplicabilidad de las realizaciones descritas en este documento no está limitada a este caso específico. Por ejemplo, una DCI recibida por un UE cuya DCI señala activación o desactivación de una asignación configurada tal como "liberar SPS", de una concesión configurada o de una CeldaS configurada, puede también requerir transmisión de ACK/NACK desde el UE.

Por lo tanto, aunque no se describen tales realizaciones particulares, alguien experto en la técnica apreciará que las realizaciones descritas pueden ser igualmente aplicables a cualquier tipo de DCI y la correspondiente señalización de control del UL o subconjunto de los mismos, así como en el caso de mensajes de control del UL y realimentación de la HARQ del DL en un Canal Indicador de Solicitud de Repetición Automática Híbrida Física (PHICH). Por ejemplo, las realizaciones descritas pueden ser igualmente aplicables al caso donde una DCI es usada para conceder recursos del PUSCH a un UE, y la realimentación de HARQ del DL asociada en el PHICH.

Sin limitar cualquier realización descrita, para referirse a cualquier transmisión del DL para la cual el UE espera transmitir realimentación de ACK/NACK de la HARQ, el término "DCI y/o PDSCH" puede usarse en adelante y se entenderá que al menos incluye cualquier DCI decodificada con éxito en un PDCCH que indica si una asignación del PDSCH y/o información de control tal como la activación o desactivación de una asignación del DL previamente configurada y/o concesión del UL, y cualquier transmisión del PDSCH para el cual el UE intenta decodificar mediante el uso de un proceso HARQ.

Cuando se le hace referencia en este documento, el término "recurso del PUCCH" puede incluir generalmente bien los índices del PUCCH (o índice), el formato de transmisión del PUCCH (o método de transmisión por ejemplo formato 1/1a/1b, formato 2/2a/2b, DFT-S-OFDM o formato 3), la ubicación del ACK/NACK del PUCCH (por ejemplo, RB, índice de secuencia ortogonal, desplazamiento cíclico), el número de bits de ACK/NACK de la HARQ portados en el formato (incluyendo bits derivados implícitamente por ejemplo, mediante el uso de la selección de canal), también posiblemente el uso de un código de mezclado para la transmisión o cualquiera de esos en combinación.

Cuando se le hace referencia en este documento, el término "método de asignación del PUCCH dinámico" puede referirse a un método mediante el cual un UE puede determinar recursos del PUCCH a usar en base a la señalización de control recibida en la subtrama para la cual el ACK/NACK de la HARQ puede ser transmitido. Un ejemplo de tal método es el uso de una regla basada en el primer CCE de la DCI decodificada (una DCI de referencia) similar a la asignación de recursos del PUCCH de LTE R8 o LTE R9.

Cuando se le hace referencia en este documento, el término "método de asignación del PUCCH semi estático" puede referirse a un método mediante el cual un UE puede determinar los recursos del PUCCH a usar en base a, por ejemplo una configuración semi estática del UE. Un ejemplo del tal método es la asignación del PUCCH de ACK/NACK de la HARQ de LTE R8 o LTE R9 para transmisiones del SPS de la DL.

Un UE configurado o activado para recibir en más de una celda servidora o CC puede recibir al menos una señal de control del DL, o DCI, que contiene al menos un indicador representativo del número en secuencia o contador, o número total de mensajes de control. El UE puede determinar, en base al campo indicador, si el conjunto de DCI decodificadas está completo, o si una o más faltan. El UE puede hacer una primera acción, tal como generar y transmitir una señal ACK/NACK de la HARQ, si el conjunto de DCI decodificadas se determina que está completo. El UE puede hacer una segunda acción distinta, tal como no transmitir señal ACK/NACK de la HARQ, si determina que el conjunto de DCI decodificadas no está completo. Por ejemplo, el UE puede determinar que ha perdido al menos un PDCCH (o tuvo un falso positivo) en base a una comparación entre el número de DCI decodificadas de manera exitosa en una subtrama dada y un valor señalado del número total de elementos para el cual se espera que el UE envíe realimentación de ACK/NACK de la HARQ para dicha subtrama.

En una realización, considerando solo asignaciones del PDSCH, un UE puede decodificar con éxito al menos una DCI para una transmisión del PDSCH en una subtrama dada, determinar, a partir de un campo de dicha DCI, un número de asignaciones del PDSCH para dicha subtrama. El UE puede también determinar, en base a una comparación del número de DCI exitosas con el número indicado de asignaciones del PDSCH para dicha subtrama, si ha perdido una DCI (por ejemplo, si el número de DCI exitosas es menor que el número indicado) o ha tenido un falso positivo (por ejemplo, si el número de DCI exitosas es mayor que el número indicado). Si el número de DCI exitosas es el mismo que el número indicado, el UE puede determinar que ha decodificado todas las DCI para la subtrama.

En una realización, cualquier DCI para la cual se espera que el UE transmita realimentación ACK/NACK de la HARQ puede considerarse. Por ejemplo, el número de DCI exitosas puede incluir señalización de control para la cual se espera que el UE transmita realimentación de ACK/NACK de la HARQ.

5 Tras determinar qué UCI y/o datos de realimentación transmitir a una estación base (por ejemplo, un eNodeB) mediante el uso de PUCCH, un UE puede determinar los recursos de PUCCH particulares a ser usados para transmitir tal UCI y/o datos de realimentación. En otra realización, un UE puede determinar un recurso del PUCCH desde un conjunto de recursos del PUCCH posibles así como el número de bits de información de ACK/NACK de la HARQ a transmitir. El recurso seleccionado puede usarse, por ejemplo, para transmitir realimentación ACK/NACK de la HARQ para al menos una transmisión del DL (por ejemplo, DCI y/o PDSCH) en una subtrama dada en base a al menos uno, y en una realización una combinación de cualquiera, de varios criterios.

10 Includo entre tales criterios está el número de celdas servidoras configuradas (por ejemplo, mediante RRC) y el número de celdas servidoras activas en la subtrama. También includo entre tales criterios está el número de palabras de código que pueden recibirse en el PDSCH de una celda servidora dada en una única subtrama, dependiendo del modo de transmisión del enlace descendente configurado (por ejemplo, multiplexación espacial, MIMO) de cada celda servidora. En tal realización, solo la o las celdas servidoras secundarias, o CeldasS, activadas por la señalización del Comando de Activación o desactivación Rápida (FAC) pueden incluirse, en particular la señalización FAC que puede ser sujeto de realimentación ACK/NACK de la HARQ desde el UE a la estación base. En una realización, la o las celdas secundarias que pueden ser desactivadas de manera implícita pueden incluirse, esto es, para la o las celdas secundarias que no fueron desactivadas mediante señalización FAC. También entre tales criterios está el número de asignaciones del DL recibidas en dicha subtrama, en una realización, que incluye cualquier asignación del DL configurada, esto es, para Planificación Semi Persistente (SPS) y/o señalada en una o más DCI. También entre tales criterios está la ubicación (esto es, el número o índice) de Elemento o Elementos del Canal de Control (CCE) (o, en una realización, solo el primer CCE) de la DCI decodificada correspondiente a la asignación del DL en dicha subtrama, por ejemplo, al menos una de si el CCE está en un espacio de búsqueda específico o no, tal como la correspondiente a la CeldaP y si el CCE está en una porción específica de dicho espacio de búsqueda o n.^o

15 Criterios adicionales que se pueden usar en una realización incluyen una característica del PDSCH correspondiente a una asignación del DL en dicha subtrama, por ejemplo, si el PDSCH se corresponde con una CeldaP o una CeldaS de la configuración del UE y una característica de la DCI decodificada con éxito (Características de la DCI, como se describe en este documento) correspondiente a la o las asignaciones del DL en dicha subtrama, en una realización, cuando el CIF se corresponde con una CeldaP de la configuración del UE. Criterios adicionales incluyen una configuración (por ejemplo RRC) que indica qué recurso usar, en una realización, señalado en una o más DCI, y en una realización, un conjunto de recursos del PUCCH (por ejemplo, índices) a usar para la selección de canal.

20 También includo en tal criterio está el número de recursos, si alguno, del PUCCH dedicados configurados para el UE (por ejemplo, mediante RRC), en una realización, el número de índices de formato 1b del PUCCH. Criterios adicionales incluyen el número de mensajes de DCI recibidos en dicha subtrama y para los cuales el UE deberá reportar ACK/NACK de la HARQ, y el número de bits de ACK/NACK de la HARQ para cada mensaje de DCI, en una realización, en base a algún valor explícito recibido en al menos una de la o las DCI decodificadas, y, en una realización, en base a un índice a un recurso del PUCCH específico o conjunto de recursos recibidos en al menos una de las DCI decodificadas. Criterios adicionales que se pueden usar en una realización son si el UE está configurado para usar empaquetado para la transmisión de ACK/NACK de la HARQ o no en el PUCCH y si el UE ha detectado recepción incorrecta del PDCCH o no para la subtrama.

25 El UE puede determinar el número de bits de información de ACK/NACK de la HARQ a transmitir según al menos uno de los métodos anteriores, y seleccionar el recurso de ACK/NACK del PUCCH en consecuencia. El o los recursos del PUCCH (esto es, formato e índice) seleccionados, así como si la selección del canal es usada, pueden ser una función de al menos uno del número de celdas servidoras configuradas, el número de bits de información de ACK/NACK a transmitir (esto es, en base a la configuración de capas superiores, el número de DCI decodificadas de manera exitosa y/o PDSCH, y/o el número de palabras de código para cada PDSCH), si el empaquetado de ACK/NACK se usa o no, y si el UE ha detectado recepción del PDCCH incorrecta.

30 En una realización, un método de selección semi estático puede ser usado, donde la selección es una función de la configuración de un UE y en particular del número de celda o celdas servidoras configuradas. En tal realización, cuando el UE es configurado para operar portadoras únicas (esto es, el UE es configurado para operar con una única celda servidora, esto es, una única CC del UL y una única CC del DL), el UE puede seleccionar un recurso del PUCCH mediante el uso de cualquier método, incluyendo métodos heredados. Por ejemplo, donde un método heredado es usado, el UE puede usar el índice de recursos $n_{PUCCH} = n_{CCE} + N_{PUCCH}^{(1)}$, donde n_{CCE} puede ser el número del primer CCE usado para la transmisión del DCI correspondiente (que contiene una asignación del DL o una liberación de la SPS), y $N_{PUCCH}^{(1)}$ puede configurarse por capas superiores. Una DCI correspondiente puede ser normalmente recibida en una subtrama previa según las reglas predeterminadas, tal como la subtrama n-4 en el caso del modo FDD, donde n es la subtrama cuando el PUCCH es transmitido. Pero cuando el UE es configurado para operación multiportadora (esto es, el UE es configurado con al menos un par de PCC UL/DL (esto es, una

CeldaP) y un número N de SCC del DL, donde $N \geq 1$ (eso es, al menos una celdaS)), el UE puede usar el mismo recurso de ACK/NACK del PUCCH que soporta la transmisión de la información de ACK/NACK de la HARQ correspondiente (que incluye la consideración del número de palabras de código posibles para cada CC del DL). En esta realización, el mismo recurso del ACK/NACK del PUCCH puede ser usado hasta que el UE sea reconfigurado por la estación base (por ejemplo, un eNodeB).

En una variación del método de selección semi estático descrito, un UE configurado para operación multiportadora puede realizar selección de recursos del PUCCH como se ha descrito, con la excepción de cuando el ACK/NACK de la HARQ es transmitido para transmisiones del DL (esto es, DCI y/o PDSCH) en la CeldaP. En ese caso, en esta realización el UE puede seleccionar un recurso del PUCCH mediante el uso de un método de selección de recursos heredado o cualquier otro método que puede ser usado para la operación de portadora única.

En una realización, un método de selección dinámica puede ser usado donde la selección es una función de configuración de un UE y del número nbits de los bits de información de ACK/NACK de la HARQ a transmitir en cada subtrama. El método 1800 de la Figura 18 es un método no limitante ejemplar de la implementación de tal realización. En el bloque 1810, el UE puede determinar si está configurado para operación de portadora única o multiportadora. Observe que esta determinación puede ser meramente operar el UE como configurado, esto es, en el modo de portadora única o multiportadora configurado. Si el UE es configurado para operación de portadora única (eso es, el UE es configurado para operar con una única CC del UL y una única CC del DL), en el bloque 1820 el UE puede seleccionar un recurso del PUCCH mediante el uso de un método heredado o cualquier otro método puede ser usado en un entorno de portadora única. Por ejemplo, si MIMO del DL no está configurado (esto es, nbits = 1), el UE puede usar el formato 1a del PUCCH, y si MIMO del DL está configurado (esto es, nbits = 2), el UE puede usar el formato 1b del PUCCH.

En una realización, cuando en el bloque 1810 el UE determina que está configurado para operación multiportadora, si en el bloque 1830 el UE determina que está configurado para usar dos CC del DL y donde el UE está configurado con exactamente un par de PCC UL/DL (esto es, una CeldaP) y exactamente un CSS del DL (CeldaS), en el bloque 1840 el UE puede seleccionar un recurso del PUCCH según un método heredado o cualquier otro método que puede ser usado en un entorno de portadora única con el formato 1b del PUCCH.

De manera alternativa, si en el bloque 1810 el UE determina que está configurado para operación multiportadora (esto es, el UE está configurado con (al menos) un par de PCC UL/DL (esto es, una celda servidora primaria o CeldaP) y un número N de SCC del DL, donde $N \geq 1$ (esto es, al menos una celda servidora secundaria o CeldaS)), o si en el bloque 1830 el UE determina que está recibiendo una DCI para la asignación del DL (esto es, desde una transmisión del PDSCH) o liberación de la SPS solo en una única celda servidora, en el bloque 1850 el UE puede determinar un valor de nbits y determinar si los nbits encajan en una de las varias categorías. Si en el bloque 1850 el UE determina que $nbits < m$ (donde m puede ser algún valor de umbral o número de información de ACK/NACK de la HARQ, por ejemplo configurado en un UE o proporcionado por una estación base) en el bloque 1860 el UE puede usar un método de asignación de PUCCH dinámico similar al método heredado donde el formato 1a del PUCCH es usado cuando nbits = 1 y el formato 1b del PUCCH es usado en otro caso. Con este método heredado el UE puede usar el índice de recurso $n_{PUCCH} = n_{CCE} + N_{PUCCH}^{(1)}$ donde n_{CCE} es el número del primer CCE usado para la transmisión de la asignación del DCI correspondiente y $N_{PUCCH}^{(1)}$ es configurado por capas superiores. En una realización, este tipo de método de asignación del PUCCH puede ser usado solo para una transmisión del PDSCH en la celda primaria, o CeldaP de la configuración del UE, pero no para una transmisión del PDSCH en una celda secundaria, o CeldaS.

Si en el bloque 1850 el UE determina que $m \leq nbits < n$, (donde n puede ser otro valor de umbral o número de información de ACK/NACK de la HARQ, por ejemplo configurado en un UE o proporcionado por una estación base) en el bloque 1870 el UE puede usar un método de transmisión basado en selección de canal que usa recursos de formato 1b del PUCCH múltiples (ncspucch) para asignar recursos del PUCCH. Si en el bloque 1850 el UE determina que $nbits \geq n$, en el bloque 1880 el UE puede usar un método basado en DFT-S-OFDM de asignación de recursos del PUCCH. En algunas realizaciones, un método basado en DFT-S-OFDM puede ser usado por un UE cuando $m = 3$, $n = 4$, y $ncspucch = 2$, o cuando $m = 3$, $n = 5$, y $ncspucch = 4$.

En una realización, un método de selección dinámica puede usarse donde la selección puede ser una función del estado de activación de las CC de la configuración del UE y del número de n bits de los bits de información de ACK/NACK de la HARQ a transmitir en cada subtrama. En tal realización, el UE puede seleccionar, en una subtrama dada, un recurso del PUCCH que usa un método heredado, o cualquier otro método que puede ser usado en un entorno de portadora única, si el UE es configurado para operación de portadora única o si el UE es configurado para operación de multiportadora y todas las SCC del DL están en estado desactivado (por ejemplo, si el UE es configurado con al menos un par de PCC UL/DL (esto es, una CeldaP) y un número N de SCC del DL, donde $N \geq 1$ (esto es, al menos una CeldaS), pero todas las N SCC del DL están en un estado desactivado). En esta realización, el UE puede de otro modo usar un recurso de ACK/NACK del PUCCH que soporte transmisión de la información del ACK/NACK de la HARQ (que incluye la consideración del número de palabras de código posibles para cada CC del

DL) correspondiente al número de CC que estaban activas en la subtrama para la cual la realimentación del ACK/ACK es transmitida en el PUCCH.

Aun en otra realización, un UE puede configurarse para usar un método de selección explícita dinámica donde la selección es una función de la señalización de control recibida. En tal realización, cuando el UE es configurado para operación de única portadora, el UE puede seleccionar un recurso del PUCCH que usa un método heredado o cualquier otro método que puede ser usado en un entorno de portadora única. Por ejemplo, donde un método heredado es usado, el UE puede usar el índice de recurso $n_{PUCCH} = n_{CCE} + N_{PUCCH}^{(1)}$ donde n_{CCE} puede ser el número del primer CCE usado para la transmisión de la asignación del DCI correspondiente y $N_{PUCCH}^{(1)}$ puede ser configurado por capas superiores. Cuando el UE es configurado para operación multiportadora (esto es, el UE es configurado con (al menos) un par de PCC UL/DL (esto es, una celda servidora primaria o CeldaP) y un número N de SCC del DL, donde $N \geq 1$ (esto es, al menos una CeldaS)), el UE puede usar el recurso del PUCCH indicado en la señalización de control (por ejemplo, señalización del DCI del PDCCH DCI o FAC (por ejemplo, mediante el uso de CE MAC)) con un índice (esto es, indicador de Recursos ACK/NACK (ARI)) a un recurso configurado por RRC.

Un UE puede determinar el número de bits de información de ACK/NACK de la HARQ a transmitir según al menos una de las realizaciones anteriores, y puede entonces determinar una ubicación para ACK/NACK del PUCCH, que puede también ser referida como un índice del PUCCH o un índice del ACK/NACK del PUCCH. En una realización, un UE configurado para recibir al menos un mensaje de control del enlace descendente (por ejemplo, DCI) en un intervalo de tiempo dado (por ejemplo, una subtrama) puede determinar un recurso del enlace ascendente (por ejemplo, un índice del PUCCH) para la transmisión de una señal del enlace ascendente que porta información de realimentación (por ejemplo, realimentación ACK/NACK de la HARQ) mediante el uso de una DCI de referencia señalada o configurada estáticamente.

De manera alternativa, un UE puede determinar de manera dinámica la ubicación de un recurso de ACK/NACK del PUCCH mediante la determinación dinámica de al menos una DCI de referencia. La DCI de referencia puede ser una DCI decodificada con éxito en una subtrama dada. El UE puede determinar el índice de ACK/NACK del PUCCH a partir de, por ejemplo, el primer CCE de la DCI de referencia. La DCI de referencia puede ser determinada de manera dinámica en base a la señalización explícita en un formato de la DCI, por ejemplo, una bandera de 1 bit que indica si una DCI es o no de referencia, y/o señalización recibida desde la red y/o basada en una configuración del UE. Por ejemplo, la DCI de referencia puede corresponderse con al menos una entre una DCI recibida en una celda servidora específica (por ejemplo, para la CeldaP de la configuración del UE), una DCI recibida para una transmisión en el PDSCH de una celda servidora específica (por ejemplo, para el PDSCH de una CeldaP de la configuración del UE), y una DCI recibida para señalización de control para una celda servidora específica (por ejemplo, para activación de SPS en una CeldaP de la configuración del UE).

En una realización, la DCI de referencia puede ser determinada de manera dinámica en base a una o más características de la DCI decodificada con éxito (Características de la DCI), que incluye al menos una entre la RNTI usada para decodificar la DCI, el formato de la DCI decodificada (por ejemplo, tipo 1, o tipo 2, etc.), la ubicación del o de los CCE de la DCI decodificada (por ejemplo, en un espacio de búsqueda específico y/o en una parte específica de dicho espacio de búsqueda), el Nivel de Agregación (AL) de la DCI decodificada, la presencia o ausencia de un campo indicación de portadora (CIF) en la DCI decodificada, el valor de un campo indicación de portadora (CIF), el nivel de potencia recibido de la DCI decodificada, la ganancia de codificación recibida de la DCI decodificada, y el número de repeticiones de la DCI decodificada.

Si un UE encuentra múltiples DCI de referencia para la misma subtrama, por ejemplo mediante el uso de cualquiera de los medios descritos anteriormente, el UE puede configurarse para silenciar cualquier realimentación de ACK/NACK correspondiente a la subtrama particular. De manera alternativa, el UE puede configurarse para seleccionar una de las múltiples DCI de referencia para usar como la DCI de referencia para la subtrama mediante la selección de la DCI de referencia de manera aleatoria de entre las múltiples DCI de referencia, mediante la selección de la DCI recibida en el PDCCH de una celda servidora con un índice específico o prioridad (por ejemplo, índice/prioridad de la CC, rx DCI), mediante la selección de la DCI correspondiente a una transmisión del PDSCH de una celda servidora con un índice o prioridad específico (por ejemplo, índice/prioridad de la CC, tx PDSCH), o mediante la selección de la DCI recibida con una característica específica (esto es, mediante el uso de al menos una de las Características de la DCI expuestas anteriormente).

Si un UE falla en encontrar cualquier DCI de referencia para una subtrama dada, el UE puede configurarse para implementar otra realización descrita en este documento, incluyendo el silenciado de cualquier realimentación de ACK/NACK correspondiente a la subtrama o retransmisión de la realimentación de ACK/NACK en un recurso del PUCCH configurado.

En cualquiera de las realizaciones discutidas en este documento, una estación base (por ejemplo, un eNodoB) puede transmitir en el PDCCH uno o más formatos de la DCI, cada una de las cuales puede tener una probabilidad más alta de ser decodificada con éxito por un UE que otra u otras DCI enviadas en la misma subtrama. La estación base puede transmitir esta DCI de tal forma que el UE la identifique como una DCI de referencia. Donde la estación base transmite la DCI de una forma que causaría que el UE determine múltiples DCI de referencia, la estación base

puede configurarse para hacer intentos de decodificación para la realimentación ACK/NACK de la HARQ desde el UE en múltiples recursos del PUCCH en la misma subtrama, cada una correspondiente a una DCI de referencia.

Con las realizaciones de DCI de referencia descritas en este documento, dada, por ejemplo, una probabilidad del 1% de que se pierda una DCI, la realimentación de ACK/NACK HARQ puede relativamente raramente ser silenciada. En estas realizaciones, la realimentación de ACK/NACK HARQ puede solo ser silenciada cuando la DCI de referencia (o todas las DCI de referencia) se pierden en una subtrama dada, y no cuando se pierde una DCI que no es usada como una referencia.

La robustez puede ser introducida a un método de indicación de recursos del PUCCH con la introducción de redundancia entre las múltiples DCI que el UE puede recibir en la misma subtrama. En una realización, al menos alguna de la información presente en una DCI entre múltiples DCI asociadas con una subtrama puede estar presente en más de una de las múltiples DCI. Un UE puede determinar un recurso de ACK/NACK del PUCCH en base a señalización explícita mediante el uso de una o más de las realizaciones descritas. Un UE puede recibir una configuración de uno o más recursos de ACK/NACK del PUCCH (esto es, un conjunto de recursos). Además, un UE puede decodificar con éxito al menos una DCI (por ejemplo, para una transmisión del PDSCH) en una subtrama dada. En aun otra realización, un UE puede determinar, a partir de un campo de dicha DCI, qué recurso usar en base a al menos una entre una indicación (por ejemplo, un índice) a un recurso a partir de un conjunto de recursos configurados, una indicación para determinar el recurso en base a dicha DCI (por ejemplo, del primer CCE de dicha DCI), y una prioridad configurada en base a una asociación entre un índice de un recurso en el conjunto de recursos y al menos una de una celda servidora (CC del DL) en la cual al menos una DCI ha sido decodificada con éxito, una celda servidora (CC del DL) para la cual una DCI indicó una transmisión del PDSCH, y una DCI recibida con una característica específica (por ejemplo, al menos una del conjunto de las Características de la DCI expuestas anteriormente).

Mientras las realizaciones descritas en este documento pueden haber sido descritas con referencia a un recurso dentro de un conjunto de recursos de ACK/NACK del PUCCH o términos equivalentes, se debería comprender que tales realizaciones pueden también implementarse donde múltiples conjuntos de recursos de ACK/NACK del PUCCH son configurados y un UE en su lugar determina qué conjunto de recursos de ACK/NACK del PUCCH usar de entre los múltiples conjuntos de recursos de ACK/NACK del PUCCH configurados, incluyendo en realizaciones donde un UE usa un método de transmisión tal como selección de canal para bits de información de ACK/NACK de la HARQ, un método de transmisión que usa diversidad de transmisión con SORTD (diversidad de transmisión de recurso ortogonal espacial) o una combinación de ellos.

En una realización de asignación basada en índice, un UE puede no tener que depender de una o más DCI de referencia. En tal realización, una estación base puede configurarse para incluir un campo de 2 bits en el o los formatos de la DCI correspondiente para la señalización de control a múltiples CC (bien para todas las CC, o un subconjunto de todas las CC). Esto puede ser configurado por una capa superior tal como RRC. En esta realización, todas las DCI correspondientes a dicho subconjunto de CC pueden portar el mismo valor para el campo de 2 bits. Así, independientemente de si una o más DCI se pueden haber perdido, siempre que una sea decodificada con éxito en el UE, el UE puede todavía tener los medios para transmitir la realimentación. El UE puede interpretar el campo de 2 bits en una DCI decodificada con éxito como sigue.

00: Solo hay una CC planificada – use un método heredado para la asignación de recurso en el PUCCH (por ejemplo, cualquier otro método que puede ser usado en un entorno de portadora única), esto es, en base a la posición del CCE de dicha CC. De manera alternativa, este punto de código puede apuntar a otro recurso del PUCCH configurado por capas superiores (recurso #0 del PUCCH).

01: Hay más de una asignación – use el recurso #1 del PUCCH entre el conjunto de recursos configurados por capas superiores para asignación de multi CC.

02: Hay más de una asignación – use el recurso #2 del PUCCH entre el conjunto de recursos configurados por capas superiores para asignación de multi CC.

03: Hay más de una asignación – use el recurso #3 del PUCCH entre el conjunto de recursos configurados por capas superiores para asignación de multi CC.

En las realizaciones anteriores, el campo de la DCI que indica el recurso del PUCCH a usar puede corresponderse con un campo ya existente del formato de DCI usado para las asignaciones del DL. En este caso, el comportamiento del UE puede volver a definirse con respecto a la funcionalidad originalmente asociada con este campo. Por ejemplo, donde el TPC (control de potencia de transmisión) es usado de nuevo, el ajuste de potencia de transmisión aplicado por un UE tras la recepción de al menos una DCI que contiene una asignación del DL puede ser una función del punto de código recibido para el campo, o un subconjunto de los bits del mismo, según una correspondencia que puede ser diferente de la usada en el caso de la operación de portadora única. De manera alternativa, o además, el ajuste de potencia de transmisión aplicado por el UE tras la recepción de al menos una DCI que contiene una asignación del DL, tal como (pero no limitado a) la portadora del DL a partir de la cual la DCI es decodificada, el espacio de búsqueda a partir del cual la DCI es decodificada, o la portadora del DL a la cual aplica

la asignación. De manera alternativa, o además, el ajuste de potencia de transmisión aplicado por un UE tras la recepción de al menos una DCI que contiene una asignación del DL puede ser una función del conjunto de puntos de código recibidos desde los campos del TPC de todas o un subconjunto de las DCI que contienen asignaciones del DL. Por ejemplo, un cierto ajuste de potencia puede aplicarse solo en caso de que todos los campos del TPC de DCI que contienen asignaciones del DL a una CeldaS (o cualquier celda) tengan el mismo valor. De manera alternativa, o además, el ajuste de potencia de transmisión aplicado por un UE tras la recepción de al menos una DCI que contiene una asignación del DL puede ser una función de un valor predeterminado que puede ser ajustado por capas superiores, tal como 0 dB (esto es, sin ajuste).

En una realización, un subconjunto de puntos de código del campo del TPC usados de nuevo puede reservarse con el propósito de indicar un ajuste de potencia y puede no indicar un recurso del PUCCH. Un UE que recibe una DCI con el conjunto de campos ajustado a uno de los puntos de código puede solo aplicar un ajuste de potencia según una correspondencia que es posiblemente diferente de la usada para la operación de portadora única, y puede no usar el valor de este campo en la determinación del o de los recursos del PUCCH a usar. La DCI puede no indicar ninguna asignación del DL, esto es, el UE puede no intentar ninguna recepción del PDSCH tras decodificar tal DCI.

En un ejemplo no limitante de la reinterpretación del campo de TPC, el campo de TPC recibido en una DCI que contiene una asignación para la portadora primaria del DL (o CeldaP) puede ser interpretado del mismo modo que la interpretación del campo del TPC original (para operación de portadora única), mientras que el campo de TPC recibido en una DCI que contiene una asignación para la portadora secundaria del DL (o CeldaS) puede ser vuelto a usar para indicar uno o unos recursos del PUCCH según una de las realizaciones anteriores. Además, un punto de código del campo de TPC de cualquier DCI que contiene una asignación para una CeldaS puede representar, además de uno o más recursos del PUCCH, un ajuste de potencia de valor predefinido (tal como + 3 dB). La selección de este punto de código puede permitir a la red asignar un aumento de potencia al UE con una mayor seguridad porque el comando puede ser recibido aún si la DCI que contiene la asignación a la CeldaP se pierde. El UE puede aplicar el ajuste de potencia si recibe una DCI que contiene una asignación del DL con el campo de TPC ajustado a este punto de código específico. De manera alternativa, el UE puede aplicar el ajuste de potencia solo si el campo de TPC es ajustado al punto de código específico para todas las DCI recibidas que contienen una asignación del DL para una CeldaS.

En una realización, si un UE transmite bits de información de ACK/NACK de la HARQ mediante el uso de un método de transmisión tal como selección de canal, en vez de seleccionar un único recurso de un conjunto único de recursos del PUCCH configurados de manera semi estática, el UE puede en vez seleccionar un conjunto de recursos del PUCCH de múltiples conjuntos de recursos del PUCCH configurados de manera semi estática a ser usados para la transmisión mediante el uso de la selección de canal.

En una realización, si un UE transmite información ACK/NACK de la HARQ mediante el uso de diversidad de transmisión de SORTD, una única indicación de recurso recibida desde una DCI puede indicar un par de recursos del PUCCH en el cual el UE puede transmitir de manera simultánea para implementar la diversidad de transmisión de SORTD. Esto puede ser aplicable solo al caso donde la DCI no es recibida en la portadora primaria (CeldaP).

En una realización, si un UE transmite información de ACK/NACK mediante el uso de un método de transmisión basado en la selección de canal y hay dos bits de ACK/NACK de la HARQ para reportar para una asignación del DL, una única indicación de recurso recibida desde una DCI puede indicar dos recursos del PUCCH donde la selección del recurso en el cual transmitir es determinada en base a los bits de ACK/NACK de la HARQ para reportar según el libro de códigos de la selección del canal. Este puede ser aplicable solo al caso donde la DCI no es recibida en la portadora primaria (CeldaP).

En una realización, si un UE transmite información de ACK/NACK mediante el uso de un método de transmisión basado en la selección de canal y diversidad de transmisión de SORTD y hay dos bits de ACK/NACK de la HARQ para reportar para una asignación del DL, una única indicación de recurso recibida desde una DCI puede indicar un conjunto de dos pares de recursos del PUCCH (esto es, un total de 4 recursos), en cada uno de los cuales el UE puede transmitir de manera simultánea para implementar la diversidad de transmisión de SORTD y donde la selección del par de recursos del PUCCH en el cual transmitir es determinada en base a los bits de ACK/NACK de la HARQ para reportar según el libro de códigos de la selección del canal. De manera alternativa, donde la DCI que contiene tal asignación del DL es recibida en la CeldaP, dos de los cuatro recursos del PUCCH requeridos pueden ser indicados en la DCI y los otros dos pueden ser implícitamente derivados a partir de la posición inicial del CCE (elemento del canal de control) donde la DCI es decodificada. Los dos recursos derivados implícitamente pueden o pueden no pertenecer al mismo par de recursos.

Las DCI decodificadas con éxito que contienen asignaciones del DL pueden tener los mismos valores para el indicador de campo independientemente de las propiedades de esas DCI. Este enfoque es útil para esquemas donde un único recurso del PUCCH (o conjunto de recursos del PUCCH) es necesario para transmitir la realimentación independientemente del número de bits de información de ACK/NACK de la HARQ. En el caso en que un UE decodifique con éxito DCI para las cuales los valores de indicación de campo difieran en una subtrama dada, puede ser que haya ocurrido un error de red o una falsa detección. Para manejar esta situación, en una realización, un UE puede realizar las acciones asociadas con otras realizaciones descritas en este documento, tal

como silenciar cualquier realimentación ACK/NACK correspondiente a la subtrama o seleccionar una DCI con el propósito de interpretar la indicación de campo y determinar cómo transmitir ACK/NACK en el PUCCH mediante el uso de uno de una variedad de medios. Tales medios incluyen seleccionar de manera aleatoria cualquiera de los DC, seleccionar la DCI recibida en el PDCCH de una celda servidora (CC) con un índice específico o prioridad (índice/prioridad de la CC, DCI rx), seleccionar la DCI correspondiente a una transmisión del PDSCH de una celda servidora (CC) con un índice específico o prioridad (índice/prioridad de la CC, PDSCH tx), seleccionar la DCI recibida con una característica específica (por ejemplo, al menos una de las Características de la DCI expuestas anteriormente), excluir una DCI cuyos valores difieran de los valores de más de una DCI decodificada en la misma subtrama (por ejemplo, en el caso de detección del PDCCH falsa), y/o seleccionar la DCI con un campo de indicación cuyo valor sea similar al usado para la transmisión de ACK/NACK previa en el PUCCH.

En una realización, la interpretación del campo que indica el recurso del PUCCH puede ser diferente dependiendo de al menos una propiedad de la DCI que contiene la asignación del DL, tal como la portadora del DL a partir de la cual la DCI es decodificada o la portadora del DL a la cual aplica la asignación. Usar una interpretación diferente dependiendo de la portadora del DL a la cual la asignación puede aplicar puede ser útil donde parte de la realimentación ACK/NACK de la HARQ es señalada a través de un esquema de selección de canal donde múltiples recursos del PUCCH deben ser indicados al UE en una única subtrama para construir un libro de códigos de selección del canal dependiente del número de bits de realimentación del ACK/NACK de la HARQ a transmitir o el número de asignaciones del DL recibido.

En una realización, un UE puede determinar una recepción del PDCCH incorrecta, bien mediante la determinación de que un PDCCH ha sido perdido o mediante la determinación de que se ha detectado un falso positivo (esto es, confirmación de recibo de un PDCCH que realmente no fue recibido). Si un UE determina que ni ha perdido un PDCCH ni decodificado un falso positivo (por ejemplo, el número de DCI decodificadas con éxito es igual al valor en cada una de las DCI decodificadas), puede transmitir la realimentación ACK/NACK de la HARQ correspondiente según el método que usa de manera habitual (por ejemplo, cualquiera de los métodos descritos en este documento). Sin embargo, tras determinar un PDCCH perdido o un falso positivo, el UE puede configurarse para llevar a cabo una o más de varias acciones.

En una realización, un UE puede configurarse para realizar el silenciado, donde el UE puede silenciarse, o de otro modo no transmitir, cualquier realimentación de ACK/NACK correspondiente a la subtrama asociada. El silenciado puede ser realizado cuando el UE no puede determinar una DCI de referencia y/o si el UE no tiene un recurso del PUCCH asignado de manera semi estática para la transmisión de ACK/NACK. En tales realizaciones, el UE puede silenciar la realimentación para la subtrama correspondiente. Esto puede resultar en que la red detecte DTX en el PUCCH, lo que puede a su vez ser interpretado por la red como una indicación de que el UE puede haber decodificado de manera incorrecta el PDCCH para la subtrama correspondiente.

En otra realización, el UE puede realizar una asignación de LTE R10 donde el UE puede transmitir realimentación de ACK/NACK mediante la selección de un recurso del PUCCH configurado de manera semi estática, por ejemplo, un recurso del PUCCH de LTE R10 configurado por RRC. Si el empaquetado para ACK/NACK está configurado, el UE puede determinar que al menos una transmisión falló (por ejemplo, un PDCCH perdido puede implicar una asignación perdida) y transmitir un valor de ACK/NACK empaquetado de NACK en el recurso del PUCCH seleccionado. En esta realización, la red puede no detectar que el UE puede haber decodificado de manera incorrecta el PDCCH para la subtrama correspondiente.

En otra realización, el UE puede realizar asignación mediante la transmisión de realimentación ACK/NACK mediante la selección de un recurso del PUCCH según el método heredado o cualquier otro método que puede ser usado en un entorno de portadora única para asignación del PUCCH dinámica (esto es, una función del primer CCE de una DCI usada como una DCI de referencia). Si el UE ha decodificado con éxito una DCI solo en la CeldaP, entonces esa DCI puede ser usada como la DCI de referencia. Si la DCI decodificada con éxito es para una transmisión del PDSCH (o señalización de control, tal como SPS) para la CeldaP (por ejemplo, la DCI fue decodificada en el espacio de búsqueda específico del UE correspondiente a la planificación para la CeldaP), la DCI puede ser usada como la DCI de referencia.

De manera alternativa, si el empaquetado para ACK/NACK de la HARQ en el PUCCH es configurado, el UE puede determinar que al menos una transmisión ha fallado (por ejemplo, un PDCCH que falta puede implicar un fallo de asignación) y puede transmitir un valor de ACK/NACK empaquetado del NACK en el recurso del PUCCH seleccionado. En esta realización, la red puede determinar que el UE ha decodificado de manera incorrecta el PDCCH para la subtrama correspondiente en base a la detección del recurso en el cual recibe la transmisión del PUCCH. Esto puede ser similar a las realizaciones donde la selección del canal mediante el uso de un recurso semi estático o dinámico puede ser usado para transportar un bit de información.

En una realización, el UE puede transmitir realimentación de ACK/NACK mediante la selección de un recurso del PUCCH de un conjunto de múltiples recursos del PUCCH, donde la transmisión implícitamente indica que al menos un PDCCH fue decodificado de manera incorrecta (por ejemplo, que al menos un PDCCH fue perdido). En esta realización, el UE puede usar un método basado en la selección de canal, donde la selección de un recurso del PUCCH de un conjunto de recursos del PUCCH proporciona una indicación a la red de que el UE perdió al menos

un PDCCH. Esta realización puede usarse cuando uno o más conjuntos de recursos del PUCCH son configurados de manera semi estática por la red (por ejemplo, configuración del RRC). La red puede determinar que el UE ha decodificado de manera incorrecta el PDCCH para la subtrama correspondiente en base a la detección del recurso en el cual recibe la transmisión del PUCCH.

5 De manera alternativa, un UE puede usar un código de mezclado donde el UE puede transmitir realimentación de ACK/NACK mediante el uso de un código de mezclado específico aplicado a la transmisión de información de ACK/NACK de la HARQ (por ejemplo, en el PUSCH, en el PUCCH de LTE R8 o LTE R9, o en el PUCCH de LTE R10). El código de mezclado puede indicar que al menos un PDCCH fue decodificado de manera incorrecta (por ejemplo, al menos un PDCCH fue perdido). Este código de mezclado puede incluir un conjunto de códigos que
10 proporcionan una indicación binaria de un PDCCH perdido. De manera alternativa, el código de mezclado puede indicar la o las DCI que fueron decodificadas de manera exitosa (por ejemplo, para qué PDSCH y/o para qué señalización de control de la CC fue decodificada). Este código de mezclado puede incluir un conjunto de códigos donde cada código proporciona un punto de código diferente. En esta realización, el UE puede interpretar los diferentes puntos de código disponibles en base al número de SCC del DL configuradas además de la CeldaP, el
15 número de SCC del DL activas, y/o el número de asignaciones del PDSCH recibidas en la subtrama correspondiente a la información de realimentación del ACK/NACK de la HARQ. En estas realizaciones del código de mezclado, la red puede determinar que el UE ha decodificado de manera incorrecta el PDCCH para la subtrama correspondiente en base a la detección del código de mezclado que fue usado por el UE para hacer la transmisión del PUCCH.

En otra realización, un UE puede configurarse para realizar empaquetado de ACK/NACK de la HARQ en el PUCCH.
20 Si la planificación cruzada de portadora no es usada, entonces un UE puede no siempre tener una DCI de referencia con el propósito de seleccionar el recurso del PUCCH correspondiente según métodos heredados o de portadora única (esto es, el UE puede no recibir una DCI en el PDCCH de la celda servidora primaria, CeldaP, en cada subtrama para la cual espera transmitir realimentación en el PUCCH). Si el UE se configura para usar empaquetado de ACK/NACK de la HARQ, el UE puede determinar qué método de asignación del PUCCH usar para determinar el
25 recurso del PUCCH para la transmisión de ACK/NACK mediante el uso de varios medios.

En una realización, el UE puede determinar si la planificación cruzada de portadoras es usada en la determinación del método de asignación del PUCCH para transmitir realimentación ACK/NACK. En esta realización, si la planificación cruzada de portadoras es usada, el UE puede usar un método de asignación del PUCCH dinámico basado en la DCI con el índice del CCE más bajo (o más alto) en el PDCCH usado para la planificación cruzada de
30 portadoras (típicamente la CeldaP), la DCI aplicable a una transmisión (señalización de control) en la CeldaP (si hay alguna), o una combinación de las dos. En tales realizaciones, la prioridad puede ser dada a la DCI de la CeldaP (cuando esté presente). Si la planificación cruzada de portadoras no es usada, el UE puede configurarse para usar un método de asignación del PUCCH semi estático. De manera alternativa, el método de asignación del PUCCH semi estático puede usarse solo para realimentación relacionada con una subtrama en la cual la o las DCI y/o el o los PDSCH son solo recibidos en una o más Celdas, mientras un método de asignación del PUCCH dinámico puede ser usado por el UE para cualquier otra subtrama.
35

De manera alternativa, un UE puede determinar si el UE ha decodificado con éxito al menos una DCI en el PDCCH de la CeldaP y/o si esto se corresponde con una "DCI y/o PDSCH" aplicable a la CeldaP para determinar el método de asignación del PUCCH para transmitir realimentación ACK/NACK. Por ejemplo, si el UE puede determinar una
40 DCI de referencia en la CeldaP, el UE puede seleccionar el método de asignación de recursos dinámico basado en la DCI de referencia identificada. Si el UE recibe una DCI y/PDSCH aplicable a la CeldaP (esto es, la DCI fue decodificada en el espacio de búsqueda específico del UE correspondiente a la CeldaP), el UE puede seleccionar el método de asignación del PUCCH dinámico basado en la DCI de referencia identificada.

En una realización, el UE puede determinar si el UE ha decodificado incorrectamente al menos un PDCCH en la subtrama para la cual la realimentación de ACK/NACK es transmitida para determinar el método de asignación del PUCCH para transmitir la realimentación de ACK/NACK. Un UE puede configurarse con empaquetado de ACK/NACK en combinación con medios para acciones tomadas cuando el UE determina un PDCCH perdido o falso
45 positivo (como se describió anteriormente). El UE puede transmitir la realimentación de ACK/NACK en el PUCCH mediante el uso de un recurso que puede portar al menos dos bits de información (por ejemplo, formato 1b del PUCCH), donde un primer bit indica realimentación de ACK/NACK aplicable a una "DCI y/o PDSCH" aplicable a la CeldaP (esto es, la realimentación es enviada para transmisiones en la CeldaP). ACK/NACK para múltiples palabras de código puede ser empaquetado en esta realización si la multiplexación espacial es configurada en la CeldaP. Un segundo bit puede indicar el valor de empaquetado de la realimentación de ACK/NACK para al menos una CeldaS, y
50 en una realización, para todas las transmisiones recibidas por las CeldasS de la configuración del UE en la subtrama correspondiente.
55

El UE puede configurarse para siempre transmitir bits de ACK/NACK en un recurso configurado de manera semi estática. El UE puede también, o en su lugar, configurarse para transmitir los bits de ACK/NACK en un recurso configurado de manera semi estática solo cuando el UE no ha recibido una "DCI y/o PDSCH" aplicable a la CeldaP, independientemente de si el UE ha detectado o no que puede haber decodificado de manera incorrecta al menos
60 una DCI. De otro modo el UE puede configurarse para usar un método de asignación del PUCCH dinámico. En aun otra variación, el UE puede transmitir realimentación de ACK/NACK en el PUCCH mediante la selección del método

de asignación del PUCCH de manera semi estática si no detecta que decodificó de manera incorrecta al menos una DCI en un PDCCH (en una realización, solo si no se recibió ningún “DCI y/o PDSCH” aplicable a la CeldaP) y seleccionar el método de asignación del PUCCH dinámico de otro modo.

5 En realizaciones donde se usan recursos de ACK/NACK del PUCCH estáticos, un UE puede configurarse para determinar tales recursos mediante el uso de uno o más de varios métodos. Si se usa una extensión simple a LTE R8 o LTE R9 (esto es, un índice de recursos es determinado a partir del CCE con número más bajo de la primera DCI decodificada por el UE, o determinado a partir del CCE con número más bajo entre todas las DCI decodificadas por el UE), puede haber un potencial para una colisión en el recurso del PUCCH. Un primer UE puede recibir su primera DCI en el CCE #N en la celda 1 servidora mientras que un segundo UE puede recibir su primera DCI en el CCE #N en una celda servidora diferente. Con correspondencia análoga a la que se hace para el PUCCH 1/1a/1b
10 donde el índice de recursos es dado por $n_{PUCCH}^{(1)} = n_{CCE} + N_{PUCCH}^{(1)}$ ambos UE pueden seleccionar el mismo índice de recursos del PUCCH dado que solo una CC del UL se usará para portar el PUCCH. En el caso en que una estación base (por ejemplo, un eNodeB) planifique la DCI del UE para evitar este conflicto, puede quedar una posibilidad de colisión en el caso de una recepción del PDCCH incorrecta si uno de los UE no es capaz de
15 determinar que una detección ha faltado.

En una realización, la compensación $N_{PUCCH}^{(1)}$ puede especificarse por celda servidora, mediante el particionamiento del espacio del PUCCH de manera efectiva para el tipo 1 en M subespacios, donde M es el número de celdas servidoras. Cada subespacio puede tener el mismo tamaño, puede estar escalado apropiadamente para reflejar el ancho de banda de transmisión de cada celda servidora, o puede dimensionarse en base a algún otro criterio. Tras
20 seleccionar una DCI particular a partir de la cual tomar el número de CCE para calcular el índice, el UE puede usar el $N_{PUCCH}^{(1)}$ correspondiente a la celda servidora en la cual esa DCI fue recibida. De manera alternativa, M puede ser considerado por el UE como en número de celdas servidoras activas. En tal realización, el número de celdas servidoras activas puede incluir CC del DL donde al menos una de las celdas servidoras ha sido activada de manera explícita mediante el uso de señalización de control explícita (por ejemplo, DCI L1/PDCCH, L2/MAC en un Elemento de Control, o mensaje L3/RRC).
25

En una realización, un tercer espacio del PUCCH puede ser creado, por ejemplo, entre los espacios del formato 1 del PUCCH existente y el formato 2 del PUCCH, y los UE configurados para agregación de portadoras pueden usar este espacio. Como resultado, la compensación por celda servidora puede ahora ser $N_{PUCCH}^{(3)}$ distinta del de LTE R9 y del $N_{PUCCH}^{(1)}$ de LTE R9, y este $N_{PUCCH}^{(3)}$ puede usarse para calcular el índice de recursos.

30 En una realización, un UE puede configurarse para realizar selección de recursos del PUCCH con una Planificación Semi Persistente (SPS) del DL. Tal configuración puede resultar en una transmisión de la SPS en ciertas subtramas, donde una transmisión con SPS es una transmisión del PDSCH sin una transmisión del PDCCH (o DCI) correspondiente, por ejemplo, en la subtrama n-4. En una subtrama para la cual el UE se espera que transmita la realimentación de ACK/NACK de la HARQ para una asignación del DL configurada (esto es, SPS del DL), un UE configurado para operación multiportadora puede determinar si debería usar el recurso del PUCCH de ACK/NACK configurado/activado para la SPS o el recurso del PUCCH correspondiente a las reglas de planificación dinámica.
35

Para determinar el recurso del PUCCH a usar, en una realización el UE puede configurarse para seleccionar el recurso del PUCCH según las reglas de planificación dinámica antes de seleccionar el recurso configurado/activado para la realimentación de ACK/NACK de la HARQ para la transmisión de la SPS. En esta realización, el UE puede configurarse con al menos una celda servidora secundaria, o CeldaS, además de una primera celda servidora primaria, o CeldaP, y con al menos una asignación de la SPS del DL. La asignación de la SPS del DL puede configurarse para el PDSCH de la primera celda primaria. En algunas realizaciones, el UE puede tener uno o más estados correspondientes a tener al menos una de la o las celdas servidoras del UE activadas (esto es, bien implícitamente, por ejemplo basada en temporizadores, o explícitamente, por ejemplo mediante FAC) y/o tener al
40 menos una de la o las celdas servidoras del UE activadas mediante FAC.
45

En tal realización, para una subtrama dada si el UE se espera que transmita realimentación de ACK/NACK de la HARQ para al menos una transmisión del PDSCH correspondiente a una asignación configurada (por ejemplo, SPS) y correspondiente a una asignación planificada dinámicamente en al menos una celda servidora, entonces el UE puede configurarse para seleccionar el recurso del PUCCH basado en el método de transmisión de ACK/NACK de la HARQ múltiple (esto es, el UE puede no usar el índice del PUCCH configurado reservado para una asignación de la SPS). De otro modo, el UE puede configurarse para usar el método de transmisión del ACK/NACK del PUCCH aplicable al tipo de la transmisión del PDSCH recibida. Esto implica en particular que en el caso en que el UE solo recibe una asignación de la SPS, esto es una transmisión del PDSCH donde no hay una transmisión del PDCCH (o DCI) correspondiente (en la subtrama n-4 para FDD) en una celda primaria, el UE determina el índice del PUCCH según su configuración de capa superior. En una realización, para cualquier subtrama para la cual el UE esté configurado como se describió anteriormente (esto es, SPS del DL con al menos una celda servidora secundaria), el UE puede configurarse para seleccionar el recurso del PUCCH en base al método de transmisión de ACK/NACK múltiple (esto es, el UE puede no hacer uso del índice del PUCCH configurado para la SPS, si lo hubiera).
50
55

En una realización, un UE puede configurarse para multiplexar ACK/NACK de la HARQ o DTS y SR en el PUCCH. El UE puede configurarse con un recurso del PUCCH para SR. Si la transmisión de ACK/NACK de la HARQ en el PUCCH coincide para una subtrama dada con la transmisión de una SR, el UE puede transmitir la indicación de la SR positiva en el recurso del PUCCH configurado para la SR, y puede silenciar la información de ACK/NACK de la HARQ o DTX (mediante el uso, por ejemplo, del formato 1 del PUCCH). De manera alternativa, el UE puede transmitir M bits ($M=1$ o $M=2$) de información de ACK/NACK de la HARQ o DTX mediante el uso del formato 1a del PUCCH ($M=1$ bit de información señalizada) o formato 1b del PUCCH ($M=2$ bits de información señalizada). El o los bits de información pueden ser derivados por el ACK/NACK empaquetado del UE en el dominio espacial para cada portadora del DL. Por ejemplo, el UE puede realizar la operación Y lógica para el ACK/NACK de cada palabra de código si la multiplexación espacial está configurada. Esto puede resultar en como mucho un bit de ACK/NACK por celda servidora para el cual al menos un "DCI y/o PDSCH" es aplicable. Si no se detecta ninguna asignación para una celda servidora, el UE puede bien establecer el bit correspondiente al mismo valor que para NACK, o no asignar ningún bit de la secuencia $b(0) \dots b(N)$ para reportar realimentación para esta portadora. En esta realización, uno de los puntos de código (por ejemplo, $b(0) = b(1) = 0$) puede reservarse para indicar que el UE detectó que al menos una asignación del DL fue perdida, por ejemplo, mediante el uso de una o más realizaciones como las descritas en este documento. El empaquetado sobre portadoras puede también usarse, resultando en un único bit de ACK/NACK.

En una realización, el UE puede truncar la serie de bits de ACK/NACK (o bits de ACK/NACK empaquetados, por ejemplo, según la realización anterior) $b(0) \dots b(N)$ a M bits. En esta realización, los bits correspondientes a la DCI y/o PDSCH de la o las CeldasS pueden ser truncados (en una realización, todos esos bits). De manera alternativa, los bits correspondientes a la o las DCI decodificadas en el PDCCH de una CeldaS pueden truncarse (en una realización, todos esos bits). En una realización, los bits no correspondientes a la primera DCI decodificada con éxito pueden truncarse. En una variación de esta realización, los bits no correspondientes a la DCI con el CCE más bajo y/o más alto nivel de agregación pueden truncarse.

Los M bits de la información de HARQ pueden ser transmitidos por el UE mediante el uso de un único recurso del PUCCH configurado para la transmisión de SR (en una realización, positiva). De manera alternativa, o además, los M bits de la información de HARQ pueden ser transmitidos por el UE mediante el uso de uno de un conjunto de 2^K recursos del PUCCH configurados para la transmisión de SR (en una realización, positiva). El recurso del PUCCH puede seleccionarse de un conjunto de 2^K PUCCH mediante la selección de un primer recurso del PUCCH cuando el UE ha detectado que al menos una asignación del DL ha sido perdida (por ejemplo, mediante el uso de una o más realizaciones descritas en este documento) y un segundo recurso del PUCCH cuando el UE no ha detectado que al menos una asignación del DL ha sido perdida. De manera alternativa, el recurso del PUCCH puede seleccionarse del conjunto de 2^K PUCCH mediante la selección de un recurso del PUCCH basado en el valor de K bits $c(0), c(K-1)$ obtenidos a partir del estado de recepción (ACK/NACK de la HARQ y/o DTX) de un subconjunto de portadoras. Por ejemplo, los valores de $c(0) \dots c(K-1)$ pueden corresponderse con la información de ACK/NACK de la HARQ de portadoras para las cuales la realimentación no fue transmitida en los bits $b(0) \dots b(M)$.

En una realización, los recursos del PUCCH a usar pueden obtenerse en un método de selección de canal. El número total de recursos del PUCCH M requerido para soportar el esquema de selección de canal pueden calcularse basándose al menos en uno de los modos de transmisión de cada portadora del enlace descendente configurada para la recepción del PDSCH (de manera equivalente, el número de palabras de código que puede recibirse de cada portadora del enlace descendente), el número de portadoras del enlace descendente configuradas para la recepción del PDSCH, el número total de palabras de código (C) que pueden recibirse de todas las portadoras del enlace descendente configuradas para la recepción del PDSCH, el número total de palabras de código que pueden recibirse de todas las portadoras del enlace descendente que pueden finalmente configurarse para recepción del PDSCH, si el UE está configurado para operación de realimentación total o realimentación limitada (por ejemplo, empaquetado), si la realimentación para una palabra de código o portadora es la misma entre NACK y DTX, si una solicitud de planificación (SR) positiva o negativa puede indicarse junto con el estado de recepción de cada portadora/palabra de código, y si el UE puede reportar que ha perdido algunas asignaciones del PDCCH.

Más específicamente, en realizaciones de "realimentación total", el UE puede tener la capacidad de reportar estado de ACK o NACK/DTX para cada palabra de código. Así, el esquema de selección de canal puede habilitar el reporte de al menos $2C$ estados. El número correspondiente de bits para realimentar puede ser C. Asumiendo que B bits pueden ser transportados mediante la modulación del recurso seleccionado (por ejemplo, $B=2$ para el formato 1b del PUCCH), el número de recursos M del PUCCH puede ser dado por $M=2(C-B)$. La Tabla 13 a continuación ilustra algunos ejemplos no limitantes donde $B=2$.

Tabla 13. Ejemplo de palabras de código y cantidades de recursos del PUCCH

Configuración (MIMO significa 2 palabras de código, SIMO significa 1 palabra de código)	Número total de palabras de código	Número total de recursos M del PUCCH
CC1: MIMO + CC2: MIMO	4	4
CC1: MIMO + CC2: SIMO	3	2
CC1: MIMO + CC2: SIMO + CC3: SIMO	4	4
CC1: SIMO + CC2: SIMO	2	1
CC1: SIMO + CC2: SIMO + CC3: SIMO	3	2
CC1: SIMO + CC2: SIMO+ CC3: SIMO + CC4: SIMO	4	4

Se debería observar que un número más alto (o más bajo) de recursos del PUCCH puede ser necesario donde el libro de códigos de la realimentación de la HARQ es diseñado de forma que más (menos) de 2C estados son reportados.

- 5 Una vez que el número de recursos M del PUCCH es obtenido mediante el uso de una de las realizaciones descritas, el UE puede derivar M^{IMP} recursos del PUCCH, donde M^{IMP} puede calcularse como bien el número de portadoras del enlace descendente para las cuales PDCCH es configurado para ser recibido en una portadora del DL primaria o un valor fijo, tal como 1 ó 0.

10 El p-ésimo ($0 < p \leq M^{IMP} - 1$) recurso del PUCCH ($n_{PUCCH,p}^{(1)}$) a usar en una subtrama dada puede determinarse en base al número $n_{CCE,p}$ del primer elemento del canal de control (CCE) usado para la transmisión de la asignación de la DCI en la portadora primaria correspondiente a una transmisión del PDSCH (o liberación de la SPS del enlace descendente) en la p-ésima portadora del enlace descendente en la subtrama n-k ($k = 4$ para FDD). Por ejemplo, $n_{PUCCH,p}^{(1)}$ puede establecerse a $n_{CCE,p} + N_{PUCCH}^{(1)}$ donde $N_{PUCCH}^{(1)}$ es configurado por capas superiores. De manera alternativa, el p-ésimo recurso del PUCCH a usar en una subtrama dada puede determinarse en base al número $n_{CCE,p}$ del primer elemento del canal de control (CCE) usado para la transmisión de la p-ésima asignación de la DCI detectada en la portadora primaria correspondiente a una transmisión del PDSCH (o liberación de la SPS del enlace descendente) en cualquier portadora del enlace descendente en la subtrama n-k ($k = 4$ para FDD), en la cuyo caso los recursos del PUCCH pueden ser ordenados por índice de recurso (creciente o decreciente) en el libro de códigos.

20 $n_{PUCCH,p}^{(1)}$ puede no ser definido para cierta subtrama debido a la ausencia de una asignación de la DCI correspondiente. El libro de códigos puede diseñarse tal que cualquier punto de código que indique acuse de recibo positivo para una palabra de código recibida de una portadora dada, pero no de palabras de código recibidas de otras portadoras, puede solo hacerse corresponder a un recurso del PUCCH que es derivado de una asignación de la DCI correspondiente a una transmisión en esta portadora.

25 El UE puede también derivar M^{EXP} recursos del PUCCH, donde $M^{EXP} = M - M^{IMP}$, en base a la señalización desde la capa física (por ejemplo, a partir de los campos en la o las asignaciones de la DCI), la capa MAC, la capa RRC, o una combinación de ellas. Por ejemplo, los recursos del PUCCH M^{EXP} pueden ser proporcionados desde la señalización RRC. De manera alternativa, un índice a un subconjunto específico de recursos del PUCCH M^{EXP} pueden ser proporcionados en una asignación de la DCI, o en un comando de activación/desactivación (posiblemente en la capa MAC), mientras que el conjunto completo de recursos del PUCCH posible puede ser proporcionado a partir de la configuración.

35 En una realización, varias soluciones pueden usarse para resolver problemas de multiplexación de usuarios potenciales para el control del enlace ascendente cuando se usa la selección de canal del PUCCH. Cuando la UCI no es suficientemente grande, se puede usar un contenedor de PUCCH. Por ejemplo, para tamaños de carga de ACK/NACK de pequeños a medianos, la selección de canal (CS) del PUCCH puede ser adecuada. La CS puede proporcionar mejor ganancia de multiplexación de UE debido a su flexibilidad. La CS puede proporcionar hasta nueve UE por RB, mientras que otros esquemas pueden solo soportar hasta cinco UE por RB. En algunos sistemas, la multiplexación por división de código de multiplexación de usuario basado en CDM puede ya estar en uso para el PUCCH. Sin embargo, puede haber problemas asociados con la multiplexación del UE para selección del canal del PUCCH.

40 En algunos sistemas LTE, puede haber recursos del PUCCH insuficientes para multiplexación de usuarios de CS. Por ejemplo, para cuatro bits de información de ACK/NACK (por ejemplo, dos CC con MIMO), dos PDCCH pueden

ser transmitidos, así dos PUCCH pueden ser asignados a un usuario dado. Para CS en LTE R8, se necesitan cuatro PUCCH para indicar cuatro bits de información de ACK/NACK o 16 estados. Por lo tanto, un método puede ser deseado para asignar PUCCH para soportar multiplexación de usuario de CS

5 En algunos sistemas LTE, pueden haber de manera alternativa recursos del PUCCH más que suficientes para la multiplexación de usuarios. Por ejemplo para cuatro bits de información de ACK/NACK (por ejemplo, cuatro CC con SIMO), cuatro PDCCH pueden ser transmitidos y así cuatro PUCCH pueden ser asignados a un usuario dado. Para la CS (mejorada) solo dos PUCCH pueden ser necesarios para indicar cuatro bits de información de ACK/NACK o 16 estados. Asignar PUCCH adicionales puede reducir la ganancia de multiplexación de usuario y puede incrementar la sobrecarga, y así puede no ser eficiente en el uso de recursos. Por lo tanto, un método puede ser deseado para reasignar recursos del PUCCH para mejorar la multiplexación de usuario.

10 En una realización, donde puede haber recursos del PUCCH insuficientes para la multiplexación de usuario de la CS, una compensación puede aplicarse a un recurso del PDCCH para asignar o reservar recursos del PUCCH adicionales para soportar la multiplexación de usuario de la CS. La compensación puede ser con respecto a la primera dirección del CCE del PDCCH dado (por ejemplo, DCI). Por ejemplo, la primera dirección del CCE del primer PDCCH (por ejemplo, DCI) puede ser usada por un UE para asignar o reservar un recurso del PUCCH (por ejemplo, un primer PUCCH) para un UE dado y la compensación a la primera dirección del CCE del primer PDCCH (por ejemplo, DCI) puede ser usada por el UE para asignar o reservar un recurso del PUCCH adicional (por ejemplo, un tercer PUCCH) para el UE dado. De manera similar, la primera dirección del CCE del segundo PDCCH puede ser usada por el UE para asignar o reservar un recurso del PUCCH (por ejemplo, segundo PUCCH) para el UE dado y la compensación a la primera dirección del CCE del segundo PDCCH puede ser usada por el UE para asignar o reservar un recurso del PUCCH adicional (por ejemplo, cuarto PUCCH) para el UE dado, y así sucesivamente. La compensación puede ser de cualquier valor y puede ser configurable por una estación base (por ejemplo, un eNodeB) y/o una red.

25 De manera alternativa, una dirección del CCE no primera (por ejemplo, usa la segunda o tercera dirección del CCE, etc.) puede usarse para asignar o reservar recursos del PUCCH adicionales para la multiplexación de usuario. En esta realización, una segunda dirección del CCE de un PDCCH (por ejemplo, DCI) puede usarse para indicar, asignar o reservar recursos del PUCCH adicionales, tal como un tercer y cuarto recursos del PUCCH para el UE. Por ejemplo, la segunda dirección del CCE del primer PDCCH (por ejemplo, DCI) puede ser usada por el UE para indicar, asignar o reservar el tercer recurso del PUCCH y la segunda dirección del CCE del segundo PDCCH puede ser usada por el UE para indicar, asignar o reservar el cuarto recurso del PUCCH, y así sucesivamente. En una realización, una estación base (por ejemplo, un eNodeB) puede planificar el PDCCH (por ejemplo, DCI) que contiene al menos dos CCE (esto es, un segundo CCE puede ser siempre planificado o disponible para el UE) cuando se necesita indicar o asignar recursos del PUCCH adicionales al UE. Un UE puede configurarse para retroceder a la realización anterior mediante el uso de una o más compensaciones cuando el segundo CCE en un PDCCH (por ejemplo, DCI) no está disponible o un PDCCH (por ejemplo, DCI) con dos o más CCE no está planificado.

35 En realizaciones donde hay recursos del PUCCH más que suficientes para la multiplexación de usuarios, los recursos del PUCCH que no son usados pueden ser reasignados a algún otro UE. Al hacerlo, se pueden multiplexar UE adicionales al mismo tiempo en el mismo recurso del PUCCH o RB y así la ganancia de multiplexación de UE puede aumentarse y/o la sobrecarga puede reducirse. En tal realización, una compensación puede aplicarse a las asignaciones de recursos del PUCCH para usuarios. Tal compensación puede ser usada para alinear recursos del PUCCH para diferentes usuarios de forma que múltiples usuarios puedan compartir el mismo grupo de recursos del PUCCH, de este modo aumenta la ganancia de multiplexación de UE y/o reduce la sobrecarga. En esta realización, diferentes UE pueden usar diferentes valores de compensación para soportar la multiplexación de usuarios. Las compensaciones se pueden configurar por UE o por grupo de UE o para un usuario específico o para un grupo específico.

40 En esta realización, cada UE (o un grupo de UE) puede configurarse para usar un subconjunto del grupo de recursos del PUCCH una vez que el recurso del PUCCH para múltiples usuarios está alineado junto en el mismo grupo de recursos. Cualquiera o tanto la compensación (a recurso del PUCCH) y subconjunto (de recursos del PUCCH) pueden ser configurables por una estación base, y cualquiera o ambos pueden ser para un usuario específico. Por ejemplo, el PDCCH #1, 2, 3, y 4 pueden transmitirse para el UE #1 y el PDCCH #5, 6, 7, y 8 pueden transmitirse para el UE #2. Originalmente el UE #1 puede ser asignado por los recursos #1, 2, 3, y 4 del PUCCH, que pueden ser referidos como Conjunto 1 de Recursos, o Grupo 1 de Recursos. El UE #2 puede ser asignado por los recursos #5, 6, 7, y 8 que pueden ser referidos como Conjunto 2 de Recursos o Grupo 2 de Recursos. Para multiplexar UE de manera eficiente, el PUCCH en el UE #1 puede ser enrutado de nuevo mediante el uso de la compensación al Conjunto 2 de Recursos o Grupo 2 de Recursos (esto es, recursos #5, 6, 7, y 8 del PUCCH del Conjunto 1 de Recursos o Grupo 1 de Recursos). Un subconjunto del Conjunto 2 de Recursos o Grupo 2 de Recursos, digamos los recursos #5 y 6 del PUCCH pueden configurarse en el UE #1 y el otro subconjunto del Conjunto 2 de Recursos o Grupo 2 de Recursos puede ser configurado en el UE #2, como un ejemplo no limitante.

60 En otra realización, un recurso del PUCCH se puede volver a hacer corresponder desde una dirección del CCE del PDCCH. En tal realización, un recurso del PUCCH desde una dirección del CCE del PDCCH puede ser vuelta a hacer corresponder para alinear el recurso del PUCCH del UE para estar en el mismo conjunto o grupo para

soportar la multiplexación de usuario. En esta realización, una regla de correspondencia de PDCCH a PUCCH puede modificarse para soportar multiplexación de usuario de la CS. De manera alternativa, una compensación se puede incluir en la función de correspondencia de recursos de PDCCH a PUCCH. Los UE pueden usar uno o más subconjuntos de recursos diferentes (o particiones) para la multiplexación de usuario, similar a la aplicación de la compensación a las asignaciones de recursos del PUCCH como se describió anteriormente. En una realización ejemplar, el PDCCH #1, 2, 3, y 4 puede transmitirse para el UE #1 y PDCCH #5, 6, 7, y 8 puede transmitirse para el UE #2. Originalmente, el UE #1 puede hacerse corresponder con los recursos #1, 2, 3, y 4 del PUCCH y el UE #2 puede hacerse corresponder con los recursos #5, 6, 7, y 8 del PUCCH. Mediante la vuelta a hacer corresponder los recursos del PUCCH para los UE, el UE #2 puede ser vuelto a hacer corresponder a los recursos #1, 2, 3, y 4 del PUCCH desde los recursos #5, 6, 7, y 8 del PUCCH, mientras que el UE #1 puede todavía usar los mismos recursos #1, 2, 3, y 4 del PUCCH. El UE #1 puede ser asignado por el subconjunto de recursos del PUCCH (por ejemplo, recursos #1 y 2 del PUCCH) y el UE #2 puede ser asignado por otro subconjunto de recursos del PUCCH (por ejemplo, recursos #3 y 4 del PUCCH).

En una realización, cuando los recursos del PUCCH redundantes están disponibles, los recursos del PUCCH redundantes pueden ser vueltos a asignar a otros UE para aumentar la ganancia de multiplexación de usuario como se observó anteriormente. De manera alternativa, tales recursos del PUCCH redundantes pueden usarse para soportar la extensión de transmisión del enlace ascendente o extensión MIMO del enlace ascendente. Los recursos del PUCCH redundantes pueden usarse para soportar transmisión de recursos ortogonales espaciales en un UE cuando la transmisión de recursos ortogonal espacial es configurada para tal UE. De manera alternativa, o además, un UE puede usar recursos del PUCCH redundantes para soportar diversidad de transmisión de recursos ortogonales espaciales (SORTD) cuando SORTD es configurada para el UE. De manera alternativa, o además, un UE puede usar los recursos del PUCCH redundantes para soportar multiplexación espacial de recursos ortogonales espaciales (SORSM) cuando SORSM es configurada para el UE. De manera alternativa, o además, un UE puede usar los recursos del PUCCH redundantes de L-1 para SORTD (o SORSM, o similar) cuando SORTD (o SORSM, o similar) es realizada con L antenas de transmisión para un UE dado. Por ejemplo, cuando dos antenas de transmisión SORTD son usadas, un UE puede usar un recurso del PUCCH redundante para soportar la transmisión y operación SORTD en el UE.

Varias realizaciones serán descritas ahora para realizar correspondencia de recursos para múltiples transmisiones del UL de ACK/NACK en realizaciones de agregación de portadoras. Estas realizaciones pueden permitir a un UE determinar los recursos del PUCCH que el UE puede usar para transmitir ACK/NACK de la HARQ y otra UCI y realimentación. En una realización, mediante el uso de la transmisión del PUCCH, múltiples CC del UL pueden ser usadas de manera simultánea para múltiples transmisiones del PUCCH. De manera alternativa, una CC del UL puede ser usada para múltiples transmisiones del PUCCH.

En realizaciones donde el PUCCH es transmitido en una única portadora de componente del UL (entre una o múltiples CC del UL agregadas), las asignaciones del enlace descendente para todas las celdas servidoras pueden transmitirse en una única celda servidora. En tal realización, para cada asignación del PDSCH en cualquier celda servidora, puede haber una transmisión del PDCCH correspondiente en una celda servidora especificada previamente. Así, los índices de recursos del ACK/NACK pueden implícitamente estar asociados con el índice del CCE más bajo de los PDCCH sin ninguna complicación.

En una realización, las asignaciones del enlace descendente para múltiples celdas servidoras pueden ser transmitidas en múltiples celdas servidoras (esto es, planificación cruzada de portadoras). En tal realización, si el mismo criterio de diseño es seguido para la correspondencia de recursos del PUCCH como puede ser usado en LTE R8, los índices de recursos del ACK/NACK pueden no ser asociados de manera única con los CCE de los PDCCH en todas las celdas servidoras planificadas. Así, la correspondencia cruzada de portadoras en LTE R10 puede requerir una solución para dirigir cualquier posible colisión de índice de recursos del PUCCH. En una realización, un valor $N_{PUCCH}^{(1)}$ de compensación de recurso del PUCCH diferente puede ser señalizada para cada celda servidora.

Celdas servidoras diferentes pueden distinguirse por diferentes valores de $N_{PUCCH}^{(1)}$ que permiten una única correspondencia de índice de CCE a ACK/NACK en una celda servidora en un modo similar al usado en LTE R8. En tales implementaciones, dado que los recursos de ACK/NACK correspondientes a todas las celdas servidoras necesitarían ser reservadas en una CC del UL, la sobrecarga del PUCCH puede aumentar. También, puede existir la necesidad de señalización de capa superior adicional que es una función del número de celdas servidoras configuradas. En consecuencia, para los UE con un gran número de portadoras agregadas, puede ocurrir una sobrecarga aumentada en la señalización de capa superior.

Mientras las realizaciones descritas en este documento pueden proporcionar medios para asignación/correspondencia de recursos del PUCCH cruzada de portadoras, en algunas implementaciones el PUCCH puede ser transmitido en solo una portadora de componentes del enlace ascendente en una agregación de CC asimétrica, mientras que múltiples PDCCH pueden ser transmitidos de manera simultánea desde diferentes CC del enlace descendente. De manera alternativa, múltiples PUCCH pueden ser transmitidos en múltiples portadoras de componentes del enlace ascendente en una agregación de CC asimétrica, mientras que las portadoras del DL que transmiten PDCCH pueden ser más numerosas que las portadoras del UL que transmiten PUCCH. En tales realizaciones, si múltiples PDCCH son transmitidos en el mismo índice del CCE n_{CCE} de su CC correspondiente,

debido a la relación implícita entre el índice del CCE y el índice del recurso de formato 1/1a/1b del PUCCH, múltiples asignaciones de la DCI pueden apuntar al mismo índice de recurso del ACK/NACK de la HARQ del PUCCH $n_{PUCCH}^{(1)}$ que puede resultar en colisión de recursos del ACK/NACK de la HARQ. Así, la presente descripción expone algunos criterios de correspondencia de recursos que pueden ser modificados/extendidos según las realizaciones descritas para resolver esta ambigüedad entre recursos del PUCCH.

En una realización, pueden usarse esquemas de correspondencia cruzada de portadoras implícitos. En entornos de FDD de LTE-A, cuando un UE usa el recurso $n_{PUCCH}^{(1)}$ de formato 1/1a/1b del PUCCH para la transmisión del ACK/NACK de la HARQ, el UE puede usar uno de los siguientes métodos descritos para una transmisión del PDSCH indicada mediante la detección de un PDCCH correspondiente, o para un PDCCH que indica la liberación de la Planificación Semi Persistente (SPS).

En tal realización, el recurso de formato 1/1a/1b del PUCCH puede ser implícitamente determinado en base a cuatro parámetros, dos de los cuales pueden ser parámetros de LTE R8 para mantener la compatibilidad hacia atrás. De los dos parámetros restantes, uno puede ser configurado por señalización de capa superior y el otro puede ser determinado a través de la asignación de la DCI correspondiente. En tal realización, cuando un UE usa el recurso $n_{PUCCH}^{(1)}$ de formato 1/1a/1b del PUCCH para la transmisión del ACK/NACK, el UE puede configurarse para usar la siguiente correspondencia:

$$n_{PUCCH}^{(1)} = N_{CC}n_{CCE} + N_{PUCCH}^{(1)} + n_{CI}$$

donde n_{CCE} puede ser el índice del primer CCE usado para la transmisión de la asignación de la DCI correspondiente, $N_{PUCCH}^{(1)}$ puede ser el número de recursos reservados para la señalización del ACK/NACK del formato 1/1a/1b del PUCCH persistente, N_{CC} puede denotar el número de portadoras de componentes configuradas por capas superiores, y n_{CI} puede ser el índice de la portadora de componente usada para la transmisión de la asignación de la DCI correspondiente.

Los últimos dos parámetros descritos anteriormente, N_{CC} y n_{CI} , pueden basarse en estándares de la 3GP de LTE R10 en los cuales puede haber un modo de agregación de portadoras asimétrico junto con un campo de control de tres bits conocido como un Indicador de Portadora (CI) a ser incorporado en los formatos de la DCI del PDCCH. Observe que en el caso de solo una única portadora, donde $N_{CC} = 1$ y $n_{CI} = 0$, la fórmula de correspondencia de esta realización puede reducir la fórmula de correspondencia que es especificada por LTE R8.

La Figura 19 ilustra una configuración 1900 del PUCCH no limitante ejemplar que puede ser usada en una realización para un sistema ejemplar con cinco CC del DL y una CC del UL. RB 1910 representan recursos que pueden ser reservados para el formato 1/1a/1b del PUCCH dinámico. Dentro de los RB 1910, los recursos pueden ser reservados para cada portadora de componentes. Por ejemplo, como se ilustra en la Figura 19, RB 1920 puede ser un recurso reservado para CC 0, RB 1921 puede ser un recurso reservado para CC 1, RB 1922 puede ser un recurso reservado para CC 2, RB 1923 puede ser un recurso reservado para CC 3, y RB 1924 puede ser un recurso reservado para CC 4.

En una implementación ejemplar de esta realización, un UE puede recibir transmisiones del PDSCH de las cinco portadoras del DL en una subtrama y puede configurarse para realimentar múltiples ACK/NACK asociadas con los diferentes Bloques de Transporte (TB) mediante el uso solo de una portadora de componente del UL. El conjunto de parámetros para este sistema ejemplar puede venir dado como: $N_{SC}^{RB} = 12, N_{CC} = 5, N_{PUCCH}^{(1)} = 0, n_{CCE} \in \{0, 1, \dots, 5\}$.

En esta realización, los índices $n_{PUCCH}^{(1)}$ del recurso de formato 1/1a/1b del PUCCH correspondientes a todas las asignaciones de DCI pueden calcularse en base a la correspondencia descrita anteriormente, como se muestra en la Tabla 14.

Tabla 14. Recurso $n_{PUCCH}^{(1)}$ de Formato 1/1a/1b del PUCCH dinámico que usa correspondencia

$$n_{PUCCH}^{(1)} = N_{CC}n_{CCE} + N_{PUCCH}^{(1)} + n_{CI}$$

	$n_{CCE} = 0$	$n_{CCE} = 1$	$n_{CCE} = 2$	$n_{CCE} = 3$	$n_{CCE} = 4$	$n_{CCE} = 5$
Portadora de componente 0	0	5	10	15	20	25
Portadora de componente 1	1	6	11	16	21	26
Portadora de componente 2	2	7	12	17	22	27
Portadora de componente 3	3	8	13	18	23	28
Portadora de componente 4	4	9	14	19	24	29

En una realización, la siguiente correspondencia puede usarse para hacer corresponder el índice del CCE del PDCCH con el recurso $n_{PUCCH}^{(1)}$ del formato 1/1a/1b del PUCCH para la transmisión del ACK/NACK:

$$n_{PUCCH}^{(1)} = N_{CC,group} n_{CCE} + N_{PUCCH}^{(1)} + f(n_{CI})$$

5 donde $N_{CC,group}$ puede denotar el número de portadoras de componentes para el grupo de portadoras del DL que se para o asocia con la portadora del UL que transmite el PUCCH, n_{CI} puede ser el índice de la portadora de componentes usada para la transmisión de la asignación de la DCI correspondiente, $f(n_{CI})$ puede ser la función de correspondencia que hace corresponder n_{CI} con el índice del grupo de portadoras del DL correspondiente, y los parámetros n_{CCE} y $N_{PUCCH}^{(1)}$ pueden ser como se definieron en cualquier otro sitio en este documento, a saber n_{CCE} puede ser el índice del primer CCE usado para la transmisión de la asignación de la DCI correspondiente y $N_{PUCCH}^{(1)}$ puede ser el número de recursos para la señalización del ACK/NACK del formato 1/1a/1b del PUCCH persistente.

En una realización, cuando un UE usa el recurso $n_{PUCCH}^{(1)}$ de formato 1/1a/1b del PUCCH para la transmisión de ACK/NACK, el UE puede usar la siguiente correspondencia:

$$n_{PUCCH}^{(1)} = (N_{CC} - n_{CI} - 1) \times N_P + n_{CI} \times N_{P+1} + n_{CCE} + N_{PUCCH}^{(1)}$$

15 donde n_{CCE} puede ser el índice del primer CCE usado para la transmisión de la asignación de la DCI correspondiente, $N_{PUCCH}^{(1)}$ puede ser el número de recursos reservados para la señalización de ACK/NACK del formato 1/1a/1b del PUCCH persistente, N_{CC} puede denotar el número de portadoras de componentes configuradas por capas superiores, n_{CI} puede ser el índice de la portadora de componentes usada para la transmisión de la asignación de la DCI correspondiente, y p puede ser seleccionado entre {0, 1, 2, 3, 4} tal que $N \leq n_{CCE} < N_{P+1}$ y $N_P = \max\{0, [(N_{RB}^{DL} \times (N_{SC}^{RB} \times p - 5)) / 36]\}$. N_{RB}^{DL} puede denotar el número de RB del enlace descendente configurado y N_{SC}^{RB} puede denotar el número de subportadoras dentro de un RB.

En una implementación ejemplar de esta realización, mediante el uso de la misma configuración ejemplar que se describió anteriormente, un UE puede recibir transmisiones del PDSCH desde cinco portadoras del DL en una subtrama y puede configurarse para realimentar múltiples ACK/NACK asociadas con los diferentes Bloques de Transporte (TB) mediante el uso de solo una portadora de componente del UL. El conjunto de parámetros para este sistema ejemplar puede ser el mismo que el del ejemplo anterior: $N_{SC}^{RB} = 12, N_{CC} = 5, N_{PUCCH}^{(1)} = 0, n_{CCE} \in \{0, 1, \dots, 5\}$. En esta realización, los índices de recursos del formato 1/1a/1b del PUCCH $n_{PUCCH}^{(1)}$ correspondientes a todas las asignaciones de la DCI pueden calcularse en base a la correspondencia descrita anteriormente, como se muestra en la Tabla 15.

Tabla 15. Recurso $n_{PUCCH}^{(1)}$ de Formato 1/1a/1b del PUCCH dinámico que usa correspondencia

$$n_{PUCCH}^{(1)} = (N_{CC} - n_{CI} - 1) \times N_P + n_{CI} \times N_{P+1} + n_{CCE} + N_{PUCCH}^{(1)}$$

	$n_{CCE} = 0$	$n_{CCE} = 1$	$n_{CCE} = 2$	$n_{CCE} = 3$	$n_{CCE} = 4$	$n_{CCE} = 5$
Portadora de componente 0	0	5	6	15	16	25
Portadora de componente 1	1	7	8	17	18	27
Portadora de componente 2	2	9	10	19	20	29
Portadora de componente 3	3	11	12	21	22	31
Portadora de componente 4	4	13	14	23	24	33

En una realización, las Señales de Referencia de Demodulación (RS DM) asociadas con la transmisión del PUCCH pueden derivarse a partir de secuencias de Zadoff-Chu. Estas secuencias pueden entonces ser cíclicamente desplazadas y usadas para multiplexar señales de referencia a partir de diferentes UE dentro de una celda (esto es, una CC). Sin embargo, el desplazamiento cíclico para cada RS DM puede ser una función de tanto el formato del PUCCH como el índice $n_{PUCCH}^{(1)}$ de recursos correspondiente. Así, los índices de recursos de formato 1/1a/1b del PUCCH derivados en base a la fórmula de correspondencia expresada anteriormente pueden afectar de manera indirecta la cantidad de desplazamientos cíclicos en cada RS DM.

Observe que la fórmula de correspondencia descrita anteriormente puede no requerir señalización de capa superior dedicada adicional, pero puede en cambio explotar un parámetro de capa superior que puede ser una parte de la

configuración del sistema para un sistema o implementación de LTE R10. En otras palabras, puede ser una asunción válida que el número de CC sería parte de la señalización de capa superior en LTE-A. De manera similar, desde una perspectiva de la capa física, la planificación de portadora cruzada a través de un campo de control indicador de portadora puede soportarse a través de la extensión de la herencia o formatos de DCI de portadora única. Por lo tanto, la fórmula de correspondencia expresada anteriormente puede no necesitar ninguna señalización de control de capa física dedicada adicional.

En realizaciones donde no hay un PDCCH correspondiente para una transmisión del PDSCH en cualquier portadora de componente del enlace descendente, tal como la Planificación Semi Persistente, el valor de $n_{PUCCH}^{(1)}$ puede determinarse según configuración de capa superior.

Se presentan ahora sistemas, medios, y métodos para transmitir realimentación de HARQ (por ejemplo, ACK/NACK) para múltiples portadoras sobre el PUCCH. Mediante el uso de agregación de portadoras, por ejemplo en LTE-A, una carga de realimentación del enlace ascendente puede escalar linealmente con el número de CC configuradas/activadas. Una única CC del UL específica al UE puede configurarse de manera semi estática para portar ACK/NACK del PUCCH, solicitud de planificación (SR), e información del estado del canal periódica (CSI) desde un UE. Un esquema de multiplexación del ACK/NACK basado en el DFT-S-OFDM puede ser usado para soportar grandes tamaños de cargas del ACK/NACK, pero tales realizaciones pueden tener retos asociados con tal esquema cuando son usadas para transmisiones de realimentación del enlace ascendente.

En realizaciones de multiplexación de usuario, basadas en la estructura del DFT-S-OFDM, los ACK/NACK de la HARQ y/o CSI para múltiples UE pueden ser multiplexados en un único bloque de recurso del PUCCH mediante el uso de Multiplexación por División de Código ortogonal (CDM). En tales realizaciones, puede ser deseable asegurar la ortogonalidad entre los UE multiplexados en el único RB del PUCCH, identificar de manera implícita la asignación de recursos del PUCCH en cada UE, y/o aleatorizar la interferencia entre celdas e intra celdas.

En algunas realizaciones que hacen uso del DFT-S-OFDM, 24 símbolos de modulación por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK) pueden ser transmitidos, lo que puede ser equivalente a 48 bits codificados. Dado que el tamaño de la carga de la realimentación del enlace ascendente escala con el número de CC configuradas/activadas, puede ser importante diseñar un esquema de codificación de canal variable que proporcione una ganancia de codificación razonable sobre un intervalo de tamaños de carga. En algunas realizaciones, el número máximo de bits de ACK/NACK de la HARQ que puede ser transmitidos bajo la agregación de portadoras puede limitarse a 10-12 bits. Así, el codificador de canal puede optimizarse tal que los objetivos de rendimiento relativos a las transmisiones de ACK/NACK en relaciones de señal a interferencia (SINR) bajas puedan alcanzarse. El tamaño de la carga para transmisiones de CSI mediante el uso de agregación de portadoras puede estar en el intervalo de 20-55 bits, aunque otros tamaños, tanto más grandes como más pequeños, son contemplados. En consecuencia, el diseño del codificador de canal para la señalización de realimentación de CSI puede configurarse para elegir como objetivo la recepción confiable de grandes cargas.

La estructura basada en DFT-S-OFDM puede usarse para transmitir el ACK/NACK de la HARQ y/o CSI en un único RB del PUCCH. La correspondencia física de los símbolos de realimentación en los elementos de recursos disponibles puede impactar el rendimiento de las transmisiones de realimentaciones. Una de las limitaciones que puede surgir en relación a la correspondencia de ACK/NACK es que muchos métodos actuales usados en la técnica no explotan suficientemente la diversidad de frecuencias. Con transmisiones del PUCCH, puede no haber dimensionamiento de los recursos correspondientes con respecto a la carga del ACK/NACK y/o CSI. En realizaciones expuestas en este documento en más detalle, los símbolos de realimentación pueden hacerse corresponder con los elementos de recursos de un único RB del PUCCH tal que la ganancia de diversidad de frecuencia se maximiza, y ACK/NACK y CSI pueden multiplexarse en un único RB de manera que se puedan alcanzar objetivos de rendimiento específicos.

En una realización, la transmisión del ACK/NACK de la HARQ y SRS pueden configurarse para estar en la misma subtrama. Manejar tales transmisiones mediante una estructura basada en DFT-S-OFDM puede lograrse mediante el uso de unas transmisiones del PUCCH acortado en tales subtramas como se puede hacer en entornos heredados o única portadora, donde el último símbolo de SC-FDMA del ACK/NACK puede ser usado para transmisiones de la SRS, y el mismo factor de ensanchado puede no aplicar en los símbolos de SC-FDMA de datos en ambos intervalos dentro de una subtrama. De manera alternativa, donde se usan prefijos cíclicos (CP extendidos con cinco símbolos de SC-FDMA de datos y un RS DM por intervalo, la estructura del DFT-S-OFDM puede ser diferente del caso de CP normal. Una extensión de la estructura basada en DFT-S-OFDM a las subtramas con CP extendido puede implementarse como se describe en este documento.

La actual descripción también describe propiedades específicas de una transmisión que usa métodos basados en la Selección de Canal. En particular, una característica que es específica a tal o tales transmisiones puede ser que los bits de información codificados que usan la Selección de Canal (esto es, los b bits que son transportados por la detección de una transmisión en uno de N recursos, donde $N = 2b$), puede ser decodificada de manera más robusta por un receptor que bit o bits de información obtenidos mediante la decodificación de la señal recibida en el recurso del PUCCH. Esto puede ser porque la detección de si hay presente o no una señal en un recurso del PUCCH (esto

es, detección de DTX) puede ser más precisa que la decodificación del o de los bits de información en la señal recibida una vez que una señal es en efecto detectada.

En una realización, una estructura de procesamiento para la realimentación del UE puede ser usada con DFT-S-OFDM. En tal realización, un UE puede generar información de control y alimentar tal información de control de vuelta a la red mediante el método 2000 de la Figura 20. En el bloque 2005, la información de control, tal como UCI, puede generarse por el UE. En el bloque 2010, un número de CC (celdas servidoras) del DL puede ser determinado u obtenido, y vinculación de la CRC (en una realización, como se describe en más detalle a continuación) puede ser realizada. En una realización, en el bloque 2010 los bits de entrada a_0, a_1, \dots, a_{A-1} pueden generarse para usar como entrada a un codificador de canal. En el bloque 2015, la codificación del canal puede realizarse mediante el uso de codificación de Reed Muller (en una realización, como se describe en más detalle a continuación). De manera alternativa, en el bloque 2020 la codificación del canal puede ser realizada mediante el uso de codificación convolucional con bits de cola (en una realización, como se describe con más detalle a continuación). En cualquier caso (codificación de canal mediante el uso de RM o codificación convolucional con bits de cola), la salida generada por el codificador del canal usado en el bloque 2015 o bloque 2020 puede ser una secuencia de longitud 48 que puede denotarse por b_0, b_1, \dots, b_{47} , como se describe en más detalle en este documento.

En el bloque 2025 la correspondencia de tasas puede ser realizada mediante el uso de cualquier medio. En el bloque 2030, el UE puede emplear un entrelazador de canales que puede entrelazar canales a nivel de bit o a nivel de símbolo, como se describe en más detalle en este documento. En el bloque 2035, el UE puede obtener o determinar una o más identidades de celda y emplear un mezclador para realizar mezclado, en una realización, como se describe en más detalle a continuación. En el bloque 2040, se puede realizar modulación. En el bloque 2045, se puede realizar salto a nivel de intervalo de subportadora, en una realización, como se describe en este documento. En conjunto, un UE puede obtener o determinar $n_{sc}^{celda}(n_s, k)$, que puede ser un parámetro específico de celda que varía con un número k de subportadora y un número n_s de intervalo, como se describe en más detalle en este documento. En el bloque 2050, la correspondencia de recursos se puede realizar, en una realización, como se describe en este documento. Observe que el UE puede realimentar información de control en el PUCCH mediante el uso de cualquiera o todos los bloques del método 2000 en combinación con la transmisión del PUSCH.

Observe que las actividades y funciones realizadas en cualquiera de los bloques del método 2000, y en cualquiera de los bloques de cualquier otro método descrito en este documento, pueden ser realizadas de manera independiente o en conjunto con cualquier número de las otras actividades y funciones de cualquier otro bloque o método 2000 y/o cualquier número de las otras actividades y funciones de cualquier otro bloque de cualquier otro método descrito en este documento. El orden de realización de tales actividades y funciones puede ser cualquier orden, y no necesariamente el orden en el cual los bloques asociados con presentados en la Figura 20, cualquier otra figura, o como se describe en este documento. Todas tales realizaciones son contempladas como dentro del alcance de la presente descripción.

En una realización, tanto las señales de referencia como las señales de control del UE asignadas para transmitir en el mismo conjunto de subportadoras pueden ser totalmente ortogonales. Más específicamente, la ortogonalidad entre UE puede ser alcanzada mediante el uso de una combinación de desplazamientos de tiempo cíclicos de la misma secuencia de base Zadoff-Chu (ZC) en los símbolos del RS DM y el código de cubierta ortogonal en el dominio del tiempo en los símbolos RS DM. La ortogonalidad entre DMRS de diferentes UE que ocupan el mismo conjunto de bloques de recursos (RB) de subportadoras puede ser proporcionada por el uso de diferentes desplazamientos de tiempo cíclicos en la misma secuencia de base ZC. La ortogonalidad entre DMRS de diferentes UE que ocupan el mismo conjunto de subportadoras o RB puede también ser proporcionada mediante el uso de diferentes códigos de cubierta ortogonales del dominio del tiempo en la DMRS. Los códigos de ensanchamiento del bloque ortogonal de longitud 2 y longitud 3 pueden basarse en códigos de Walsh-Hadamard (véase la Tabla 16 a continuación) o códigos de transformada de Fourier discreta (DFT) (véase la tabla 17 a continuación) generados a partir de matrices de DFT de diferentes tamaños, y pueden ser usadas en conjunto con los formatos del PUCCH basados en DFT-S-OFDM con 2 y 3 símbolos de DMRS (esto es, SF=5 y SF=3, respectivamente).

Tabla 16. Índices de secuencias de ensanchamiento en el Dominio del tiempo para símbolos de DMRS; SF=5

Índice de código Ensanchado en el Dominio del Tiempo para símbolos de RS	Código de Walsh-Hadamard de Longitud 2
0	[+1 +1]
1	[+1 -1]

Tabla 17. Índices de secuencias de ensanchamiento en el Dominio del tiempo para símbolos de DMRS; SF=4

Índice de código Ensanchado en el Dominio del Tiempo para símbolos de DMRS	Código DFT de Longitud 3
0	[+1 +1 +1]
1	[+1 $e^{j2\pi/3}$ $e^{j4\pi/3}$]
2	[+1 $e^{j4\pi/3}$ $e^{j2\pi/3}$]

Respecto al código de ensanchamiento ortogonal en el dominio del tiempo en los símbolos SC-FDMA de datos, la ortogonalidad entre las UCI de diferentes UE que ocupan el mismo conjunto de subportadoras o RB puede proporcionarse mediante el uso de diferentes códigos de cobertura ortogonales en el dominio del tiempo en los símbolos SC-FDMA de datos. Los códigos de ensanchado de bloque ortogonal de longitud 5, longitud 4, y longitud 3 pueden basarse en códigos de Walsh-Hadamard o códigos de DFT (véase la Tabla 18 para un ejemplo no limitante de longitud 5) generados a partir de la matriz de DFT de diferentes tamaños, y puede ser usado en conjunto con los formatos del PUCCH basados en DFT-S-OFDM con factor de ensanchado igual a 5, 4 y 3, respectivamente.

Tabla 18. Códigos de ensanchado ortogonales de Longitud 5

Índice de código Ensanchado en el Dominio del Tiempo para símbolos de datos	Código DFT de Longitud 5
0	[+1 +1 +1 +1 +1]
1	[+1 $e^{j2\pi/5}$ $e^{j4\pi/5}$ $e^{j6\pi/5}$ $e^{j8\pi/5}$]
2	[+1 $e^{j4\pi/5}$ $e^{j8\pi/5}$ $e^{j2\pi/5}$ $e^{j6\pi/5}$]
3	[+1 $e^{j6\pi/5}$ $e^{j2\pi/5}$ $e^{j8\pi/5}$ $e^{j4\pi/5}$]
4	[+1 $e^{j8\pi/5}$ $e^{j6\pi/5}$ $e^{j4\pi/5}$ $e^{j2\pi/5}$]

En una realización, para una transmisión del PUCCH basada en DFT-S-OFDM con CP normal y factor de ensanchado de cinco, el UE puede usar un desplazamiento en el tiempo cíclico de longitud 12 de secuencia basada en ZC para ensanchado del dominio de la frecuencia para cada símbolo de RS DM dentro de un intervalo, un código de ensanchado de bloque ortogonal de longitud 2 para el ensanchado en el dominio del tiempo del DMRS en los dos símbolos de referencia de SC-FDMA disponibles en cada intervalo, y/o un código de ensanchado de bloque ortogonal de longitud 5 para ensanchado de bloque en el dominio del tiempo de datos en los cinco símbolos de SC-FDMA de datos disponibles en cada intervalo.

Varios métodos pueden emplearse para identificar asignación de recursos en un UE. En el caso de transmisiones de datos del enlace descendente planificadas de manera semi persistente en el PDSCH sin una concesión del enlace descendente correspondiente en el PDCCH, y/o transmisiones de datos del enlace descendente planificadas dinámicamente en el PDSCH indicadas por señalización de asignación en el enlace descendente en el PDCCH, un UE puede usar el índice de recursos del ACK/NACK del PUCCH para determinar la combinación del desplazamiento en el tiempo cíclico de la secuencia basada en ZC, α , y códigos ortogonales en el dominio del tiempo asignados al UE dentro de la región del PUCCH.

El índice de recursos del ACK/NACK del PUCCH, $n_{PUCCH}^{(3)}$, que puede ser usado por el UE para la transmisión de un nuevo formato del PUCCH (por ejemplo, formato 3 del PUCCH) podría ser configurado tanto de manera semi estática por señalización de capa superior o determinado de manera implícita por el UE en base al índice del primer Elemento del Canal de Control (CCE) de la asignación de control del enlace descendente en la PCC del DL. El UE puede determinar, mediante el uso de la información a partir del índice de recursos del PUCCH, el desplazamiento cíclico para las señales de referencia o DMRS $\alpha(n_s, l)$, el índice de secuencia ortogonal para el ensanchado por bloques de señales $m_{oc}(n_s, k)$ de datos, y el índice de secuencia ortogonal para señales de referencia o DMRS $m_{oc}(n_s)$. Aquí, n_s puede ser el número de intervalo dentro de la trama de radio, l puede ser el índice del símbolo de referencia dentro del intervalo, y k puede ser el índice de la subportadora dentro de RB en el cual el PUCCH es transmitido.

En tal realización, el UE puede determinar el índice de recursos dentro de los dos bloques de recursos de una subtrama a la cual el PUCCH se hace corresponder según:

$$m_{oc}(n_s) = n_{PUCCH}^{(3)} \bmod c$$

donde c puede ser el número de símbolos de RS DM dentro de un intervalo y

$$n_{oc}(n_s, k) = n'(n_s)$$

donde

$$n'(n_s) = n_{PUCCH}^{(3)} \bmod N_{SF}^{PUCCH}$$

- 5 con N_{SF}^{PUCCH} como el factor de ensanchado del DFT-S-OFDM para el ensanchado de bloque de datos y "mod" es la operación modulo. Por ejemplo, el código de cobertura ortogonal en el dominio del tiempo asignado puede obtenerse como modulo 5 y modulo 3 del índice de recursos del PUCCH para una estructura basada en DFT-S-OFDM con factor de ensanchado de 5 y 3, respectivamente. Donde el mismo código de ensanchado de bloque de datos es usado para ambos intervalos dentro de una subtrama (esto es, salto a nivel de intervalo está deshabilitado) y el mismo código de ensanchado de bloque de datos es usado para todas las subportadoras dentro de un intervalo (esto es, salto a nivel de subportadora está deshabilitado), el índice del código de cobertura ortogonal en el dominio del tiempo puede definirse como:

$$n_{oc} = n_{PUCCH}^{(3)} \bmod N_{SF}^{PUCCH}$$

- 15 En estas realizaciones, mediante la introducción del código de cobertura en el dominio del tiempo para los símbolos de RS en cada intervalo del PUCCH además de desplazamientos cíclicos, se puede crear otra dimensión de multiplexación. Los ejemplos de la asignación del índice de recursos del PUCCH usados por el UE dentro de un RB del PUCCH en la ausencia de código de cobertura del dominio del tiempo para los símbolos de RS para $\Delta_{desplazamiento}^{PUCCH} = 2$ y $\Delta_{desplazamiento}^{PUCCH} = 3$ son ilustrados en la Tabla 19 y Tabla 20, respectivamente. En esta realización ejemplar, el código de cobertura del dominio del tiempo puede no aplicarse en los símbolos de RS y el UE puede derivar el desplazamiento cíclico para señales de referencia en la p-ésima antena de transmisión y el l-ésimo símbolo SC-FDMA, $\alpha(n_s, l)$, para el formato 3 del PUCCH según:

$$\alpha_p(n_s, l) = 2\pi \cdot n_{cs}^{(p)}(n_s, l) / N_{sc}^{RB}$$

donde N_{sc}^{RB} denota el número de subportadoras dentro de un RB y

$$n_{cs}^{(p)}(n_s, l) = (n_{cs}^{celda}(n_s, l) + n_p'(n_s) \Delta_{desplazamiento}^{PUCCH}) \bmod N_{sc}^{RB}$$

- 25 con $n_{cs}^{(p)}(n_s, l)$ como un parámetro específico de la celda que varía con el número de símbolo l y el número de intervalo n_s y

$$n_p'(n_s) = \begin{cases} n'(n_s) & \text{si } p = 0 \\ (n'(n_s) + p) \bmod N_{SF}^{PUCCH} & \text{al contrario} \end{cases}$$

y

$$n'(n_s) = n_{PUCCH}^{(3)} \bmod N_{SF}^{PUCCH}$$

- 30 para $n_s \bmod 2 = 0$ y por

$$n'(n_s) = [N_{SF}^{PUCCH} (n'(n_s - 1) + 1)] \bmod (N_{SF}^{PUCCH} + 1) - 1$$

para $n_s \bmod 2 = 1$.

En una realización, el UE puede identificar el índice de secuencia ortogonal $n_{oc}(n_s)$ en el número de intervalo n_s mediante el uso del índice de recursos asignado $n_{PUCCH}^{(3)}$ para la transmisión del formato 3 del PUCCH según:

35
$$n_{oc}(n_s) = \lfloor n'(n_s) / \Delta_{desplazamiento}^{PUCCH} \rfloor$$

donde

$$n'(n_s) = n_{PUCCH}^{(3)} \bmod N_{sc}^{RB}$$

para $n_s \bmod 2 = 0$ y por

$$n'(n_s) = \left[N_{sc}^{RB} (n'(n_s - 1) + 1) \right] \bmod (N_{sc}^{RB} + 1) - 1$$

para $n_s \bmod 2 = 1$.

El desplazamiento cíclico de la señal de referencia de demodulación en la p-ésima antena de transmisión $\alpha(n_s, l)$, para el formato 3 del PUCCH puede venir dada por:

5

$$\alpha_p(n_s, l) = 2\pi \cdot n_{cs}^{(p)}(n_s, l) / N_{sc}^{RB}$$

donde

$$n_{cs}^{(p)}(n_s, l) = \left(n_{cs}^{cell}(n_s, l) + n'_p(n_s) \right) \bmod N_{sc}^{RB}$$

con

$$n'_p(n_s) = \begin{cases} n'(n_s) & \text{si } p = 0 \\ (n'(n_s) + p) \bmod N_{sc}^{RB} & \text{al contrario} \end{cases}$$

Tabla 19 índice de recursos usado por el UE en la ausencia del código de cobertura en los símbolos de DMRS para $\Delta_{desplazamiento}^{PUCCH} = 2$

Índice desplazamiento cíclico	Índice de código ortogonal del dominio del tiempo para ensanchado de bloque de datos con SF=5				
	$n_{oc}=0$	$n_{oc}=1$	$n_{oc}=2$	$n_{oc}=3$	$n_{oc}=4$
0	UE 0				
1					
2		UE 1			
3					
4			UE 2		
5					
6				UE 3	
7					
8					UE 4
9					
10					
11					

10

Tabla 20 Índice de recursos usado por el UE en la ausencia del código de cobertura en los símbolos de DMRS para $\Delta_{desplazamiento}^{PUCCH} = 3$

Índice desplazamiento cíclico	Índice de código ortogonal del dominio del tiempo para ensanchado de bloque de datos con SF=5				
	$n_{oc}=0$	$n_{oc}=1$	$n_{oc}=2$	$n_{oc}=3$	$n_{oc}=4$
0	UE 0				
1					
2					

3		UE 1			
4					
5					
6			UE 2		
7					
8					
9				UE 3	
10					
11					

5 Observe que en el caso de $\Delta_{\text{desplazamiento}}^{\text{PUCCH}} = 3$, hasta cuatro UE pueden ser multiplexados en el mismo RB para SF = 5, mientras que en el caso de $\Delta_{\text{desplazamiento}}^{\text{PUCCH}} = 2$, hasta cinco UE pueden ser multiplexados en un único RB. Sin embargo, en realizaciones donde el código de cobertura ortogonal puede ser aplicado a las señales de referencia o DMRS, el número máximo de UE que puede ser multiplexado en el mismo RB puede ser limitado superiormente por el factor de ensanchado del código de bloque ortogonal usado para el ensanchado de la información de control en los símbolos de datos (esto es, para SF = 5, hasta cinco UE pueden siempre multiplexarse en el mismo RB independientemente de $\Delta_{\text{desplazamiento}}^{\text{PUCCH}}$).

10 Ejemplos no limitantes de la asignación del índice de recursos del PUCCH usada por un UE dentro de un RB del PUCCH en el caso de código de cobertura ortogonal aplicado a las señales de referencia o DMRS son ilustrados en la Tabla 21.

Tabla 21. Índice de recursos usado por un UE en la presencia de código de cobertura en los símbolos de DMRS

Índice de desplazamiento cíclico	Índice de código de cobertura ortogonal para 2 símbolos de DMRS		Índice de código ortogonal del dominio del tiempo para ensanchado de bloque de datos con SF = 5				
	$m_{oc}=0$	$m_{oc}=1$	$H_{oc}=0$	$n_{oc}=1$	$n_{oc}=2$	$n_{oc}=3$	$n_{oc}=4$
0	UE 0		UE 0				
1							
2		UE 3				UE 3	
3							
4	UE 1			UE 1			
5							
6		UE 4					UE 4
7							
8	UE 2				UE 2		
9							
10							
11							

En una realización, el UE determina los bloques de recursos físicos a usarse para la transmisión del formato 3 del PUCCH en los intervalos n_s como

$$n_{PRB} = \begin{cases} \left\lfloor \frac{m}{2} \right\rfloor & \text{si } (m + n_s \bmod 2) \bmod 2 = 0 \\ N_{RB}^{UL} - 1 - \left\lfloor \frac{m}{2} \right\rfloor & \text{si } (m + n_s \bmod 2) \bmod 2 = 1 \end{cases}$$

donde N_{RB}^{UL} denota el número de RB del UL y la variable m para el formato 3 del PUCCH puede ser dada por

$$m = \left\lfloor n_{PUCCH}^{(3)} / N_{SF,0}^{PUCCH} \right\rfloor + N_{compensación}^{RB}$$

donde $N_{SF,0}^{PUCCH}$ es la longitud del código de ensanchado aplicado al primer intervalo y $N_{compensación}^{RB}$ es un número entero no negativo. Observe que cuando $N_{compensación}^{RB}$ es igual a cero, puede implicar que el RB más exterior dentro de la región del PUCCH está asignado para transmisiones del formato 3 del PUCCH.

En tal realización, para lograr compatibilidad hacia atrás con LTE R8, los RB asignados para transmisiones del formato 3 del PUCCH en LTE R10 y más allá puede ser un subconjunto de los RB asignados para transmisiones del formato 2 del PUCCH. En esta realización, la configuración del PUCCH del UL puede ser transparente a cualquier UE de LTE R8 y tanto UE de LTE R8 como de LTE R10 pueden coexistir. Sin embargo, los UE de LTE R10 pueden necesitar ser configurados por una capa superior al respecto del número de RB asignados para transmisiones del formato 3 del PUCCH. En una realización, un parámetro del sistema $N_{RB}^{(3)}$ puede definirse que es difusión. Este parámetro puede ser ajustado de manera dinámica dependiendo del número medio de UE de LTE R10 activos que son configurados para transmitir el formato 3 del PUCCH. En base a este enfoque la variable m para el formato 2 del PUCCH puede venir dada por

$$m = \left\lfloor n_{PUCCH}^{(2,p)} / N_{sc}^{RB} \right\rfloor + N_{RB}^{(3)}$$

donde $n_{PUCCH}^{(2,p)}$ puede ser un índice de recursos proporcionado por una capa superior para la transmisión de los formatos 2/2a/2b del PUCCH en el puerto p de antena. También observe que si $N_{RB}^{(3)}$ no fue proporcionado por una capa superior (esto es, el UE no está configurado para transmitir en el formato 3 del PUCCH), el UE puede asumir que $N_{RB}^{(3)} = 0$.

En una realización ejemplar, ambos parámetros $n_{PUCCH}^{(3)}$ y $N_{RB}^{(3)}$ pueden ser señalizados mediante la definición de dos parámetros de configuración adicionales en el IE PUCCH-Config de LTE R8 como sigue:

```
PUCCH-ConfigCommon_r10 ::=
    deltaPUCCH-Desplazamiento
    nRB-CQI
    nRB-PUCCH3
    nCS-AN
    n1PUCCH-AN
    n3PUCCH-AN
    SECUENCIA {
        ENUMERADOS {ds1, ds2, ds3},
        ENTERO (0..98),
        ENTERO (0..98),
        ENTERO (0..7),
        ENTERO (0..2047)
        ENTERO (0..494)
    }
```

En una realización, varios métodos pueden ser empleados para aleatorizar la interferencia entre celdas e intra celdas. En tales realizaciones, la aleatorización de tanto la interferencia entre celdas como la intra celdas para transmisiones del PUCCH pueden lograrse a través del mezclado. En consecuencia, en cada subtrama en el enlace ascendente, el UE puede configurarse para mezclar los bits codificados de información de control antes de la modulación. La secuencia de mezclado usada puede derivarse como una función de la identidad de la celda o ID de celda, donde, en una realización que usa una identidad de la celda con la cual el UE tiene una conexión de Control de Recursos de Radio (RRC), el UE puede mezclar la información de control mediante el uso de la PCI de la PCC del DL de su configuración de multiportadora. La identidad de la celda o ID de celda puede ser uno o más de las ID de celda físicas (PCI), a partir de la señal de sincronización de la celda (en una realización, la PCI de la Portadora de Componentes Primaria (PCC) de la configuración de multiportadora del UE), la ID de celda (esto es, identidadCelda) leída en el tipo 1 del Bloque de Información del Sistema (SIB1) que puede de manera única identificar una celda en el contexto de la Red Móvil Terrestre Pública (PLMN) (en una realización, desde el SIB1 de la PCC del DL de la configuración multiportadora del UE), y el ID de celda global evolucionado (esto es, EGCI), que puede incluir tanto la ID del PLMN como la identidadCelda.

En una realización, la secuencia de mezclado usada puede derivarse como una función de al menos una o una combinación del número de subtramas dentro de una trama de radio, la identidad del UE (por ejemplo, un

Identificador Temporal de Red de Radio (RNTI) del UE tal como el C-RNTI del UE), y la identidad de la CC del UL que porta el PUCCH o CC primaria del UL (por ejemplo, una o más de una identidad explícitamente configurada por la red como parte de la configuración de conexión de radio del UE, el número de canal de frecuencia de radio absoluto (ARFCN) o número de canal de frecuencia de radio absoluto evolucionado (EARFCN) (esto es, la frecuencia del enlace ascendente) de la CC del UE, y el valor del Campo de Indicación de Portadora (CIF) usado para planificación cruzada de portadoras portada por el PDCCH, en una realización, el valor del CIF correspondiente a la CC del DL (o celda servidora) para la cual dicha CC del UL es conectada). La secuencia de mezclado puede también derivarse como una función de al menos una o una combinación del número/identidad de las CC del DL activadas o celdas servidoras, el número/identidad de las CC del DL configuradas o celdas servidoras, y la identidad de las CC del DL o celdas servidoras (por ejemplo, al menos uno de la identidad de la RCC del DL pareada con la PCC del UL que porta el PUCCH y la identidad de la Portadora de Componente Secuenciara (SCC) del DL o celda o celdas servidoras a las cuales se corresponde la realimentación del ACK/NACK de la HARQ).

En una realización, la secuencia de mezclado usada puede derivarse como una función de al menos una o una combinación del número de asignaciones del PDSCH del DL recibidas en la subtrama para la cual la realimentación de la HARQ está siendo transmitida o reportada (en una realización solo incluye las asignaciones del DL del PDSCH planificadas de manera dinámica), un valor derivado como una función del recurso del PUCCH en el cual el UE transmite la UCI, un valor explícitamente configurado por la red como parte de la configuración de conexión de radio del UE, un valor explícitamente configurado por la red como parte de la reconfiguración del PCC del DL/UL del UE, un valor derivado de la o las posiciones de uno o un subconjunto de asignaciones del DL en el o los PDCCH de uno o un subconjunto de celdas servidoras, y un índice proporcionado por capas superiores (por ejemplo, a través de un comando de configuración o activación).

En una realización, un esquema de salto específico de celda basado en un patrón de salto predeterminado puede ser usado para lograr la aleatorización de interferencia de inter celdas para transmisiones del PUCCH basadas en DFT-S-OFDM. El salto puede realizarse en el nivel de subportadora donde, para una subportadora dada en un intervalo dado, el UE puede usar un código de cobertura ortogonal en el dominio del tiempo diferente para ensanchado de bloque de datos. En tal realización, el índice del código de cobertura ortogonal en el dominio del tiempo en una subportadora dada puede obtenerse añadiendo (modulo- N_{SF}^{PUCCH}) una compensación específica para la celda pseudoaleatoria al índice de código de cobertura ortogonal en el dominio del tiempo. En otras palabras, el UE puede determinar el índice de recursos dentro de los dos bloques de recursos de una subtrama para el cual el PUCCH se hace corresponder según

$$n_{oc}(n_s, k) = (n_{oc}^{cell}(n_s, k) + n'(n_s)) \bmod N_{SF}^{PUCCH}$$

donde $n_{oc}^{cell}(n_s, k)$ puede ser un parámetro específico de la celda que varía con el número k de la subportadora y el número n_s del intervalo. Por ejemplo, para una estructura basada en DFT-S-OFDM con factor de ensanchado de 5 y 3, el índice del código de cobertura ortogonal del dominio del tiempo en una subportadora dada en intervalos pares puede ser obtenido añadiendo (modulo 5) y (modulo 3) una compensación específica de la celda pseudoaleatoria al índice de código de cobertura ortogonal del dominio del tiempo asignado, respectivamente.

En una realización, el parámetro $n_{oc}^{cell}(n_s, k)$ para $N_{SF}^{PUCCH} = 5$ puede venir dado por:

$$n_{oc}^{cell}(n_s, k) = \sum_{i=0}^4 c(5N_{sc}^{RB} \cdot n_s + 5k + i) \cdot 2^i$$

donde $c(i)$ puede ser la secuencia pseudoaleatoria. El generador de secuencia pseudoaleatoria puede ser inicializado con $c_{init} = N_{ID}^{cell}$ al inicio de cada trama de radio. La secuencia pseudoaleatoria usada para el salto de código de cobertura ortogonal en el dominio del tiempo puede ser un generador de secuencia Gold de longitud 31 o cualquier otra longitud de un generador de secuencia Gold.

En una realización, la interferencia entre celdas (esto es, CC) y entre UE puede aleatorizarse a través del uso de un esquema de re-correspondencia de código de cobertura del dominio del tiempo que puede ser usado por el UE en el segundo intervalo según un patrón de salto específico de la celda o específico del UE predeterminado. El salto puede ser realizado a nivel de intervalo donde, para una subportadora dada en cada intervalo, el UE puede usar un código de cobertura ortogonal del dominio del tiempo diferente. Según una realización, un UE puede determinar el índice de recursos dentro de los dos RB de una subtrama para la cual el PUCCH se ha hecho corresponder como

$$n_{oc}(n_s, k) = (n_{oc}^{cell}(n_s, k) + n'(n_s)) \bmod N_{SF}^{PUCCH}$$

donde

$$n'(n_s) = n_{PUCCH}^{(3)} \bmod N_{SF}^{PUCCH}$$

para intervalos pares (esto es, $n_s \bmod 2 = 0$) y

$$n'(n_s) = \left[N_{SF}^{PUCCH} (n'(n_s - 1) + 1) \right] \bmod (N_{SF}^{PUCCH} + 1) - 1$$

para intervalos impares (esto es, $n_s \bmod 2 = 1$).

Según una realización, los bits de información de ACK/NACK de la HARQ y los bits del CSI pueden ser conjuntamente codificados antes del mezclado y modulación y pueden entonces ser transmitidos en ambos intervalos de una subtrama del PUCCH. Los tamaños de las cargas para las transmisiones de ACK/NACK de la HARQ y CSI pueden ser diferentes y la tasa de codificación del canal puede ser variable dependiendo del número de celdas servidoras configuradas o activadas y/o modos de transmisión para el cual la realimentación del HARQ o CSI periódicos son transmitidos. El codificador del canal puede ser un esquema de tipo de codificación de código tal como el código de Reed-Muller (RM) perforado a (64, k) para una estructura basada en DFT-S-OFDM o similar con SF = 5 o código de Reed-Muller perforado a (128, k) para una estructura basada en DFT-S-OFDM con SF = 3.

En una realización ejemplar, donde SF = 5, un código de bloque de (48, A) que es derivado a partir de un RM(64, k) perforado, o una repetición circular de RM (32, k), puede ser usado donde A puede ser el tamaño de la carga de la UCI. El código de RM puede ser diseñado tal que sus palabras de código son una combinación lineal de las N secuencias denotadas $M_{i,n}$, donde N puede ser el número máximo de bits de carga del PUCCH. Dependiendo de si DTX es señalizado o no para una celda servidora, el valor de N puede ser entre 10 y 12 bits para el número máximo de CC agregadas (por ejemplo, cinco celdas servidoras). La secuencia de bits decodificados de longitud 48 en la salida del codificador del canal puede denotarse por b_0, b_1, \dots, b_{47} donde

$$b_i = \sum_{n=0}^{A-1} a_n \cdot M_{i,n} \quad i = 0, 1, \dots, 47$$

con a_0, a_1, \dots, a_{A-1} como los bits de entrada al codificador del canal. Observe que tanto la operación de suma como la de multiplicación en la fórmula anterior pueden ser realizadas en el dominio del espacio vector, esto es:

$$1 \cdot 1 = 1, 0 \cdot 1 = 0, 1 \cdot 0 = 0, 0 \cdot 0 = 0, 1 + 1 = 0, 0 + 1 = 1, 1 + 0 = 1, 0 + 0 = 0.$$

En una realización, la codificación conjunta puede también, o en su lugar, aplicarse sobre un único intervalo más que sobre la subtrama. Según tal realización, la secuencia codificada de RM (32, k) puede ser repetida en ambos intervalos para SF = 5 (o una secuencia codificada de RM (64, k) puede ser repetida en ambos intervalos para SF = 3). Sin embargo, la codificación conjunta sobre ambos intervalos puede maximizar la ganancia de diversidad de frecuencia alcanzable máxima para transmisiones de la UCI en el PUCCH.

De manera alternativa, los bits de información de ACK/NACK de la HARQ y los bits de la CSI pueden ser codificados por separado mediante el uso de diferentes tasas de código variable antes del mezclado y la modulación y entonces transmitidos en ambos intervalos de una subtrama del PUCCH. En tal realización, el rendimiento de varias señalizaciones de control en el nivel objetivo puede ser mantenida. En otras palabras, el ajuste de la tasa de codificación de cada codificador de canal individual puede hacerse para alcanzar el punto de operación de la tasa de error de bit (BER) o tasa de error de bloque (BLER) deseada para un tipo de realimentación de control dado siempre que los tamaños de la carga para ACK/NACK de la HARQ y las transmisiones de la CSI pueden ser diferentes dependiendo del número de celdas servidoras activadas o configuradas y/o modos de transmisión necesarios para transmitir la realimentación de la HARQ o CSI periódicas.

En realizaciones que tienen tamaños de cargas pequeños (por ejemplo, dos bits), el codificador del canal puede tener un esquema de tipo de codificación de bloque, tal como un código simplex con una tasa circular que se corresponde con 48 ó 96 bits codificados dependiendo del factor de ensanchado usado para la estructura basada en DFT-S-OFDM o similar. De manera alternativa, el codificador del canal puede ser un código convolucional con bits de cola que genera 48 y 96 bits codificados como su salida para las estructuras basadas en DFT-S-OFDM con SF = 5 y SF = 3, respectivamente.

En una realización, una Comprobación de Redundancia Cíclica (CRC) de n bits puede ser computada en base a la información de control y añadida, o de otra forma concatenada, a los bits de información de realimentación antes de la codificación del canal para mejorar la detección de errores. En tal realización, la CRC puede ser de un tamaño variable que puede ajustarse en base al tamaño de la carga de la UCI o el tipo de señalización de control (por ejemplo, el ACK/NACK de la HARQ o CSI). Un ejemplo no limitante de la longitud de la CRC es ocho bits que pueden usarse para lograr una tasa de error de detección de 0,4%. La CRC puede emplearse para bajar la probabilidad de falsa alarma en una estación base (por ejemplo, un eNodoB) y por lo tanto el objetivo de rendimiento en $Pr(DTX \rightarrow ACK)$ (esto es, la probabilidad de que el UE no haya transmitido ninguna realimentación en el PUCCH pero que la estación base detecte ACK en el receptor) puede relajarse. La CRC puede también usarse para indicar el tamaño de carga real usado por el UE antes de la codificación y/o la identidad o número de celdas servidoras activadas o configuradas en las cuales el UE recibe la asignación del DL. La realización de la CRC descrita puede mejorar el rendimiento de un detector en el caso de que el UE falle en detectar la asignación del enlace descendente para la estación base en una o múltiples celdas servidoras.

Un proceso 2100 de codificación del PUCCH ejemplar no limitante para una transmisión del PUCCH basada en DFT-S-OFDM según una realización es ilustrada en la Figura 21. En el bloque 2110, los datos de UCI a ser realimentados por el UE se pueden recibir, en una realización en una unidad de codificación. En el bloque 2120, el bloque completo de datos de UCI puede usarse para calcular los bits de paridad de la CRC. El UE en el bloque 2120 puede también añadir los bits de la CRC calculados a los bits de la UCI. En el bloque 2130, la secuencia de bits de la CRC puede ser enmascarada por la identidad o número de celdas servidoras activadas o configuradas en las cuales el UE recibe la asignación del DL. En el bloque 2140, el UE puede aplicar una tasa de codificación convolucional de bits de cola de 1/3 en los bits generados en el bloque 2130. En el bloque 2150, la correspondencia de tasas puede realizarse en los bits codificados.

En una realización, para maximizar la ganancia de diversidad de frecuencia realizable, un UE puede emplear un entrelazador de canal para transmisiones de la UCI. Tal entrelazado de canal puede hacerse a nivel de bit bien en la secuencia de bits codificados o en la secuencia de bits mezclados tal que los bits son escritos en una matriz rectangular fila a fila y leídos columna a columna (por ejemplo, una matriz de 24 por 2 para SF = 5 y una matriz de 48 por 2 para SF = 3). Esta matriz puede asistir en asegurar que los bits de control adyacentes se hacen corresponder sobre los dos intervalos. En entrelazado de canal como se describe en este documento puede también aplicarse a nivel de símbolo. En tal realización, símbolos modulados de la UCI adyacentes pueden hacerse corresponder primero en el dominio del tiempo sobre los dos intervalos dentro de una subtrama, y entonces en el dominio de la frecuencia sobre las subportadoras dentro de cada intervalo. Por ejemplo, los símbolos pares de QPSK pueden ser transmitidos en los intervalos pares y los símbolos impares de QPSK se hacen corresponder en el segundo intervalo.

En tal realización, los símbolos (o bits codificados) pueden ser multiplexados en el recurso del PUCCH a partir de la CSI (esto es, información de CQI, RI y/o PMI) y la información de ACK/NACK de la HARQ cuando la codificación por separado y entrelazado es aplicada en estos tipos diferentes de información. Para lograr una mejor ganancia de codificación del canal, el dimensionamiento de los recursos correspondientes con respecto a la carga de ACK/NACK y/o CSI pueden aplicarse dentro de un único RB.

En tal realización, donde solo los acuses de recibo de la HARQ son transmitidos, los recursos disponibles en el PUCCH pueden usarse para las transmisiones de la realimentación de ACK/NACK/DTX. La regla de correspondencia puede ser que los símbolos de ACK/NACK de la HARQ se hacen corresponder primero en el dominio del tiempo sobre los dos intervalos y entonces sobre el dominio de la frecuencia sobre las subportadoras. De manera alternativa, los símbolos pueden primero hacerse corresponder en el dominio de la frecuencia y entonces hacerse corresponder en el dominio del tiempo.

En una realización, donde solo los reportes del estado del canal son transmitidos, los recursos disponibles en el PUCCH pueden usarse para transmisiones de realimentación del CSI. La regla de correspondencia puede ser tal que los símbolos de reportes del estado del canal se hacen corresponder primero en el dominio del tiempo sobre los dos intervalos y entonces en el dominio de la frecuencia sobre las subportadoras. De manera alternativa, los símbolos pueden hacerse corresponder primero en el dominio de la frecuencia y luego hacerse corresponder en el dominio del tiempo.

En aun otra realización, donde la realimentación de la HARQ y CSI son multiplexadas, diferente señalización de control puede ser asignada un tamaño diferente de elementos de recursos físicos. El tamaño de los recursos reservados usados para cada ACK/NACK y CSI puede escalarse según la tasa de codificación variable y el orden de modulación a ser usado para una señalización de control dada. En consecuencia, un UE puede usar diferentes compensaciones para la correspondencia de varias informaciones de señalización de control donde las compensaciones son configuradas de manera semi estática por señalización de capa superior. La información de control se puede hacer corresponder de tal modo que cada ACK/NACK y CSI se presente en ambos intervalos de la subtrama.

En realizaciones donde la realimentación de ACK/NACK de la HARQ y CSI son multiplexadas en los mismos recursos del PUCCH, varios medios y métodos pueden usarse para determinar el número respectivo de símbolos usados para cada tipo de información. En una realización, la información de ACK/NACK de la HARQ puede priorizarse sobre la información de la CSI. En esta realización, el número de símbolos codificados requeridos para la información de ACK/NACK de la HARQ, Q_{AN_PUCCH} , puede ser determinado. Si Q_{AN_PUCCH} es más pequeño que el número máximo de símbolos disponibles en el PUCCH Q_{max_PUCCH} (en una realización, por un margen mínimo), la información de la CSI puede ser multiplexada. Al contrario, no se puede realizar multiplexación de información de ACK/NACK de la HARQ y CSI y solo se transmite la información de ACK/NACK de la HARQ.

La correspondencia entre Q_{AN_PUCCH} y O_{AN_PUCCH} (O_{AN_PUCCH} puede ser el número de bits de información de la HARQ a ser transmitidos) puede ser fijada y proporcionada en una tabla de búsqueda. De manera alternativa, Q_{AN_PUCCH} puede calcularse como una función del número de bits de información de la HARQ a transmitir (O_{AN_PUCCH}), un factor de proporcionalidad (B_{PUCCH} , un parámetro que puede ser predefinido o proporcionado por una capa superior) que multiplica el número de bits de información de ACK/NACK de la HARQ a transmitir (este factor puede ajustar la fracción de la energía del PUCCH disponible para información de ACK/NACK de la HARQ), y/o el número máximo de símbolos (Q_{max_PUCCH}) disponible para información de ACK/NACK de la HARQ y/o información de la CSI en

transmisiones del PUCCH basadas en DFT-S-OFDM. El número máximo de símbolos puede ser diferente dependiendo de si se usa el prefijo normal o extendido.

El número de símbolos Q_{AN_PUCCH} usados para la información de ACK/NACK de la HARQ puede corresponderse con el valor mínimo entre Q_{MAX_PUCCH} y la cantidad $Q_{AN_PUCCH}=f(O_{AN_PUCCH} \times B_{PUCCH})$ donde la función $f(\)$ puede proporcionar el número más grande posible de símbolos para información de ACK/NACK de la HARQ que es más pequeño que el argumento. De manera alternativa, la función $f(\)$ puede proporcionar el número más pequeño posible de símbolos para información de ACK/NACK de la HARQ que es más grande que el argumento. La función $f(\)$ puede asegurar que un número correcto de símbolos es asignado, dada que la granularidad del número de símbolos que puede usarse en un PUCCH puede ser más grande que uno.

Una vez que el número de símbolos usados para la información de ACK/NACK de la HARQ (esto es, Q_{AN_PUCCH}) es determinado, este número puede ser comparado con el número máximo de símbolos Q_{MAX_PUCCH} para determinar el número de símbolos disponibles para CSI, Q_{CSI_PUCCH} . El número de símbolos disponibles para información de CSI Q_{CSI_PUCCH} puede ser diferente entre Q_{MAX_PUCCH} y Q_{AN_PUCCH} . Puede haber un número mínimo de símbolos disponibles para información de CSI para permitir la multiplexación entre información de ACK/NACK de la HARQ y CSI. Si el número mínimo de símbolos no está disponible, la información de CSI puede ser descartada. Además, el tipo de información de CSI (así como el número de portadoras del DL siendo reportadas) incluido en los símbolos disponibles puede también ser una función del número de símbolos disponibles para CSI. Por ejemplo, si Q_{CSI_PUCCH} es más bajo que un umbral, solo información de rango (RI) para una única portadora del DL puede ser permitida a ser incluida.

De manera alternativa, o además, la cantidad de información de CSI que puede ser incluida puede determinarse por una tasa de codificación máxima para información de CSI. Tal tasa de codificación máxima puede depender del tipo de CSI (por ejemplo, la tasa de codificación máxima en el caso de RI puede ser más baja que para otro tipo de CSI dado el requisito de robustez más alto). Por ejemplo, el número máximo de bits de información disponible para CSI (O_{CSI_PUCCH}) puede calcularse como el producto de una tasa de codificación máxima y un número de bits codificados disponibles, redondeados hacia abajo (o hacia arriba) al entero más cercano o el entero más cercano que se corresponda con un número posible de bits de información de CSI. La relación K entre el número de bits codificados y el número de símbolos puede corresponderse con el número de bits por símbolo de modulación dividido por el factor de ensanchado SF . Las realizaciones descritas anteriormente para multiplexar información de ACK/NACK de la HARQ con CSI pueden también usarse para multiplexar diferentes tipos de CSI en la misma subtrama. Por ejemplo, tal realización puede usarse para la multiplexación de RI con CQI/PMI donde RI es usada en lugar de ACK/NACK de la HARQ.

En una realización, se puede determinar el emplazamiento de los símbolos en el PUCCH para cada tipo de información a transmitir. La correspondencia 1800 de señal de control ejemplar no limitante para una transmisión del PUCCH basada en DFT-S-OFDM con $SF = 5$ según tal realización es ilustrada en la Figura 22. Como se muestra en la Figura 22, los recursos 2240 de la CSI pueden emplazarse al inicio del RB 2210 y hacerse corresponder secuencialmente con los dos intervalos en una subtrama del intervalo 0 2220 antes de continuar con la siguiente subportadora hasta que todos los recursos asignados para la transmisión de la CSI se han llenado. Los símbolos 2250 de ACK/NACK de la HARQ, por otro lado, pueden emplazarse en el final del RB 2210. En otras palabras, CSI 2240 puede ser multiplexada en frecuencia con ACK/NACK 2250 de la HARQ en el PUCCH. Los símbolos 2230 de referencia pueden configurarse como se muestra en la Figura 22.

Según otra realización, la CSI transmitida en el PUCCH puede usar el mismo esquema de modulación que los acuses de recibo de la HARQ. De manera alternativa, la señalización de control de CSI y HARQ puede hacerse mediante el uso de diferentes esquemas de modulación. Por ejemplo, ACK/NACK de la HARQ pueden modularse mediante el uso de modulación QPSK, pero CSI puede modularse mediante el uso de modulaciones de orden mayor como QAM16 o QAM64.

Pueden usarse varios métodos de multiplexación. Los símbolos de ACK/NACK de la HARQ pueden emplazarse en ambos extremos de frecuencia del RB. Esto se puede hacer dentro de cada intervalo, o de manera alternativa los símbolos se pueden emplazar en un extremo para el primer intervalo y en el otro extremo para el segundo intervalo. Tal disposición puede maximizar la diversidad de frecuencia para los símbolos de ACK/NACK de la HARQ. De manera alternativa, o además, esta disposición puede usarse para los símbolos de la CSI. En otra realización, las subportadoras donde los símbolos de ACK/NACK de la HARQ son emplazados pueden posicionarse a distancia de frecuencia igual entre ellas. De manera alternativa, o además, las subportadoras donde los símbolos de la CSI son emplazados pueden posicionarse a distancias de frecuencia iguales.

Cuando la información de la CSI es multiplexada con la información de ACK/NACK de la HARQ según una realización descrita, la codificación de la información de la CSI puede realizarse mediante el uso de varios métodos. En una realización que usa perforación, la información de la CSI puede primero ser codificada asumiendo un número de bits codificados correspondientes al número máximo de símbolos disponibles para la información de ACK/NACK de la HARQ y CSI, Q_{MAX_PUCCH} . Por ejemplo, la codificación puede usar un código de Reed-Muller RM ($K \times Q_{MAX_PUCCH}$, O_{CSI_PUCCH}) donde K puede ser la relación entre el número de bits codificados y el número de símbolos. Los bits codificados de la CSI pueden entonces ser entrelazados, modulados, ensanchados, y posicionados en

todas las ubicaciones de símbolos disponibles en el PUCCH. La información de ACK/NACK de la HARQ puede también ser codificada, entrelazada, modulada, ensanchada, y entonces posicionada en un subconjunto de ubicaciones de símbolos previamente usadas por la información de la CSI, en efecto perforando la codificación de la CSI. El subconjunto de símbolos usados puede determinarse según una de las realizaciones en la sección previa.

5 En otra realización, la información de la CSI puede ser directamente codificada asumiendo un número de bits codificados correspondientes al número de símbolos disponibles para CSI (Q_{CSI_PUCCH}). Por ejemplo, la codificación podría usar un código de Reed-Muller RM ($K \times Q_{CSI_PUCCH, PUCCH, O_{CSI_PUCCH}}$) donde K puede ser la relación entre el número de bits codificados y el número de símbolos. Los bits codificados de la CSI pueden ser entonces entrelazados, modulados, ensanchados, y posicionados en ubicaciones de símbolos identificados para información de la CSI. La información de ACK/NACK de la HARQ puede también codificarse, entrelazarse, modularse, ensancharse, y entonces posicionarse en las ubicaciones de símbolos no usadas por la información de la CSI. Las ubicaciones de símbolos para información de ACK/NACK de la HARQ y CSI pueden determinarse según una realización descrita en este documento. Además, la transmisión de CSI puede priorizarse en la palabra de código con la métrica de calidad más alta, por ejemplo SINR.

15 Mediante el uso de estas realizaciones, múltiples UE pueden planificarse para compartir el mismo RB para sus transmisiones de realimentación del UL. Compartir los bloques de recursos del PUCCH para tanto la transmisión de ACK/NACK de la HARQ como de la CSI puede llevar a sobrecarga de señalización de control más baja en el sistema.

20 En una realización, un UE puede configurarse para transmitir tanto el PUCCH como el SRS en la misma subtrama. En tales realizaciones, un UE puede configurarse para no transmitir SRS donde quiera que el SRS y un formato del PUCCH (en una realización, basado en la realización de DFT-S-OFDM o similar descrita en este documento) coincidan en la misma subtrama. En esta realización, la transmisión del PUCCH puede tener precedencia sobre la transmisión del SRS.

25 En otra realización, un UE puede configurarse a través de una capa más alta bien para transmitir o para tirar SRS en el caso de colisión entre SRS y un formato del PUCCH (por ejemplo, un nuevo formato, tal como formato 3 del PUCCH) en una misma subtrama. En esta realización, si el parámetro AN-y-SRS-simultáneos proporcionado por capas superiores es Falso, entonces el UE puede no transmitir SRS y solo el PUCCH puede ser transmitido en esa subtrama. Sin embargo, si el parámetro AN-y-SRS-simultáneos proporcionado por capas superiores es Verdadero, el UE puede usar un formato del PUCCH acordado en tales subtramas para transmitir tanto la realimentación como el SRS. Este nuevo formato del PUCCH acordado podría usarse en una subtrama del SRS específica de la celda aun si el UE no transmite SRS en esa subtrama.

35 En un formato del PUCCH acordado, la información de realimentación puede no transmitirse en el último símbolo en el segundo intervalo de la subtrama. Como resultado, el factor de ensanchado aplicado por el UE al ensanchado del bloque en el dominio del tiempo en el segundo intervalo puede disminuir por uno comparado con el del primer intervalo. Por lo tanto, en el caso de DFT-S-OFDM con SF = 5, el UE puede usar los códigos de Walsh-Hadamard de longitud 4 en la Tabla 22 mostrada a continuación mejor que los códigos de ensanchado de DFT de longitud 5 en el segundo intervalo. Observe que en este caso hasta cuatro UE pueden ser multiplexados simultáneamente en el mismo RB. La Figura 23 ilustra una estructura 2300 del PUCCH acordado ejemplar no limitante para una transmisión del PUCCH basada en DFT-S-OFDM con SF = 5 según esta realización.

40 Tabla 22. Índices de secuencias de ensanchamiento de bloques para el segundo intervalo que usa transmisión SRS y SF = 5

Índice de código Ensanchado de bloque ortogonal	Código de Walsh-Hadamard de Longitud 4
0	[+1 +1 +1 +1]
1	[+1 -1 +1 -1]
2	[+1 -1 -1 +1]
3	[+1 +1 -1 -1]

En tal realización, el UE puede determinar el índice del código ortogonal del bloque aplicado en los datos para ambos dos intervalos dentro de una subtrama según:

$$n_{oc,0} = n_{oc,1} = n_{PUCCH}^{(3)} \bmod N_{SF,0}^{PUCCH}$$

45 donde $n_{oc,0}$ y $n_{oc,1}$ son los índices de los códigos de ensanchado de los bloques para los intervalos 0 y 1, respectivamente, y $N_{SF,0}^{PUCCH}$ es la longitud del código de ensanchado usado para el primer intervalo dentro de una subtrama (esto es, intervalo 0). Por ejemplo para una transmisión del PUCCH basada en DFT-S-OFDM con SF = 5,

tenemos $N_{SF,0}^{PUCCH} = 5$. Observe que en este caso, la estación base (por ejemplo, un eNodoB) puede asegurarse que para las subtramas del SRS solo asigna los $n_{PUCCH}^{(3)}$ valores que satisfacen el siguiente criterio para evitar cualquier colisión entre los UE:

$$n_{PUCCH}^{(3)} \bmod N_{SF,0}^{PUCCH} \neq 4$$

- 5 En una realización, una estación base puede multiplexar hasta cuatro UE en las subtramas del SRS configuradas para transmitir su realimentación en formato 3 del PUCCH acortado y en el mismo RB. En este caso, el UE puede identificar el índice de secuencia ortogonal aplicado a los datos para ambos intervalos dentro de una subtrama según:

$$n_{oc,0} = n_{oc,1} = (n_{PUCCH}^{(3)} \bmod N_{SF,0}^{PUCCH}) \bmod N_{SF,1}^{PUCCH}$$

- 10 Además, en tal realización, el UE puede derivar el desplazamiento cíclico para las señales de referencia (esto es, DMRS), en la p-ésima antena de transmisión $\alpha_p(n_s, l)$ para el formato 3 del PUCCH según:

$$\alpha_p(n_s, l) = 2\pi \cdot n_{cs}^{(p)}(n_s, l) / N_{sc}^{RB}$$

donde

$$n_{cs}^{(p)}(n_s, l) = (n_{cs}^{celda}(n_s, l) + n'_p(n_s) \Delta_{desplazamiento}^{PUCCH}) \bmod N_{sc}^{RB}$$

- 15 con $n_{cs}^{(p)}(n_s, l)$ como un parámetro específico de la celda que varía con el número l de símbolo y el número n_s de intervalo y

$$n'_p(n_s) = \begin{cases} n'(n_s) & \text{si } p = 0 \\ (n'(n_s) + p) \bmod N_{SF,0}^{PUCCH} & \text{al contrario} \end{cases}$$

y

$$n'(n_s) = n_{PUCCH}^{(3)} \bmod N_{SF,0}^{PUCCH}$$

- 20 para $n_s \bmod 2 = 0$ y por

$$n'(n_s) = [N_{SF,0}^{PUCCH} (n'(n_s - 1) + 1)] \bmod (N_{SF,0}^{PUCCH} + 1) - 1$$

para $n_s \bmod 2 = 1$.

- 25 En una realización que usa DFT-S-OFDM con SF = 3, un UE puede usar una combinación de códigos de ensanchado de DFT de longitud 3 y los códigos de Walsh-Hadamard de longitud 2 mostrados a continuación en la Tabla 23 mejor que los códigos de ensanchado de DFT de longitud 3 para el segundo intervalo. Observe que en esta realización, hasta dos UE pueden multiplexarse de manera simultánea en el mismo RB. La Figura 24 ilustra una estructura 2400 del PUCCH acortado ejemplar no limitante para una transmisión del PUCCH basada en DFT-S-OFDM, o similar, con SF = 3 según esta realización.

- 30 Tabla 23. Índices de secuencias de ensanchamiento de bloques para la segunda mitad del segundo intervalo en el caso de SRS con SF=3

Índice de código Ensanchado de bloque ortogonal	Código de Walsh-Hadamard de Longitud 2
0	[+1 +1]
1	[+1 -1]

- 35 En una realización donde la transmisión del prefijo cíclico (CP) extendido es usada, la información de realimentación de control (por ejemplo, ACK/NACK de la HARQ y/o CSI) puede ser ensanchada por bloque y transmitida en los cinco símbolos de SC-FDMA de datos disponibles en cada intervalo. La Figura 25 y la Figura 26 ilustran estructuras de transmisión de realimentación no limitante para CP extendido según esta realización para una estructura basada en DFT-S-OFDM o similar con SF = 5 (por ejemplo, estructura 2500 de la Figura 25) y SF = 3 (por ejemplo, estructura 2600 de la Figura 26). Más específicamente, en el caso de CP extendido, cinco símbolos de SC-FDMA (esto es, símbolos 0º, 1º, 2º, 4º, 5º) pueden usarse para la transmisión de ACK/NACK y un símbolo de RS, que es el 3º índice de símbolo de SC-FDMA dentro de cada intervalo, puede ser usado para la transmisión de RS DM.

Observe que en el caso de SF = 5, un UE puede usar los códigos de ensanchado de DFT de longitud 5 (como el usado para CP normal) para el ensanchado de bloque de la UCI en los símbolos de SC-FDMA de datos, mientras en el caso de SF = 3, el UE puede usar una combinación de los códigos de ensanchado de DFT de longitud 3 y los códigos de Walsh-Hadamard de longitud 2 en la Tabla 23 anterior para el ensanchado de bloque en ambos intervalos.

5 También observe que en el caso de CP extendido, la capacidad de multiplexación del UE de la estructura basada en DFT-S-OFDM con SF = 3 puede reducirse en una comparada con la del CP normal. Puede no haber código de cobertura ortogonal en el dominio del tiempo en los símbolos de MDRS.

En realizaciones donde la transmisión de tanto UCI como SRS son configuradas en la misma subtrama con CP extendido, un enfoque similar al descrito anteriormente para el CP normal puede emplearse para SF = 5. En el caso de SF = 3, el formato del PUCCH acortado puede aplicar los códigos de ensanchado de DFT de longitud 3 para la primera mitad del segundo intervalo y no se puede usar código de ensanchado para el único símbolo de SC-FDMA en el lado derecho del símbolo DM-RS.

10

En una realización, se pueden usar métodos para la transmisión de bits de información (por ejemplo, bits de información de ACK/NACK de la HARQ) en base a la Selección del Canal. Al menos un bit puede ser transportado de manera más robusta mediante la selección (en el transmisor) y la detección (en el receptor) del índice o índices en los cuales una transmisión se realiza. Tales realizaciones pueden tomar en consideración las propiedades de robustez del método de transmisión de Selección del Canal, por ejemplo, cuando se aplica a transmisión o transmisiones de la información de la UCI en el PUCCH.

15

En una realización, el o los bits de información de prioridad más alta pueden hacerse corresponder con el o los bits con una codificación más robusta. Por ejemplo, en el caso de la selección del canal, la correspondencia se hace a uno o más bits que están codificados de manera implícita a partir de la presencia/ausencia de una señal en uno o unos recursos de transmisión específicos. Tales bits de información pueden ser bits de información de ACK/NACK de la HARQ correspondientes a una transmisión del enlace descendente (por ejemplo, un formato de DCI o una transmisión del PDSCH) y pueden transmitirse mediante el uso de índices del PUCCH múltiples (o recursos) correspondientes al uso del formato 1a/b, por ejemplo, del PUCCH. De manera adicional, tales bits de información pueden también ser bit o bits de información correspondientes a otro tipo de UCI que puede ser multiplexado con la realimentación de ACK/NACK de la HARQ tal como una SR. La prioridad relativa de los bits de información puede derivarse en base a al menos uno entre el o los bits de información correspondientes a la transmisión en una CC del enlace descendente dada (por ejemplo, un bit puede ser dado prioridad más alta si se corresponde a una transmisión en una CeldaP, o un bit puede ser dado prioridad más alta si se corresponde con una transmisión en una celda servidora asociada con una CC del UL que puede portar UCI en el PUSCH y/o PUCCH), la prioridad relativa del bit o bits de información puede ser proporcionada por las prioridades relativas para la priorización del canal lógico del enlace ascendente de las CC del UL asociadas con las celdas servidoras correspondientes, y la prioridad relativa puede ser derivada a partir de la configuración semi estática explícita por RRC de orden de prioridad y/o la configuración semi estática implícita de las CeldasS.

20

25

30

35

En cualquiera de estas realizaciones, la transmisión puede ser una transmisión de un mensaje de DCI en el PDCCH (que incluye, por ejemplo, una indicación de activación o desactivación para una concesión de UL configurada y/o asignaciones del DL (SPS), una indicación de activación o desactivación para la CeldaS, y/o una asignación del enlace descendente), una transmisión en el PDSCH, o una transmisión en un canal de multidifusión. Para tales transmisiones, un mensaje de DCI en el PDCCH para SPS o activación o desactivación de CeldaS y/o una transmisión en el PDSCH pueden ser dadas la prioridad más alta.

40

En una realización, los bits de información que son hechos corresponder con el o los bits con una codificación más robusta pueden ser cambiados de subtrama en subtrama, de tal modo que la seguridad de diferentes tipos de información es igual de media en el tiempo. Por ejemplo, el orden de los bits de información de ACK/NACK de la HARQ antes de la correspondencia con el esquema de la selección del canal puede ser $b_0, b_1, b_2, \dots, b_n$, donde b_n podría corresponderse con la información de ACK/NACK de la HARQ perteneciente a una transmisión en la m -ésima portadora del DL (otras interpretaciones también son contempladas). Para evitar la situación donde la seguridad de $b_0, b_1, b_2, \dots, b_n$ es sistemáticamente más alta que otros bits, los bits de información $b_0, b_1, b_2, \dots, b_n$ pueden ser reordenados (o mezclados) antes de la correspondencia con el esquema de selección del canal según una regla conocida (esto es, una regla conocida para tanto el transmisor como el receptor), de tal modo que el orden pueda ser diferente en subtramas sucesivas. El orden puede ser una función del número de trama del sistema, número de subtrama, o una combinación de los mismos. También puede ser una función de otros parámetros tales como la identidad de la celda física. La función de mezclado puede ser conocida tanto en el UE como en la red.

45

50

En una realización, un UE puede configurarse para multiplexar UCI para el PUCCH (en una realización que usa el formato 2 del PUCCH) para portar SR y ACK/NACK de la HARQ y que usa el PUSCH (formato sin datos), para portar CSI (por ejemplo, CQI, PMI, RI). En algunas de tales realizaciones, por ejemplo donde un UE puede operar en un entorno de LTE-A, el UE puede configurarse para usar el PUCCH solo para el caso de compatibilidad con LTE (por ejemplo, donde solo se asigna una CC). En tales realizaciones, el UE puede usar el formato 2 del PUCCH para portar SR y ACK/NACK de la HARQ para soportar la extensión del ancho de banda (multiportadoras) en sistemas LTE-A. El ACK/NACK de la HARQ en LTE-A puede reemplazar CQI/PMI/RI como se usa en LTE R8. Además, la SR puede ser formateada y enviada mediante el uso de cualesquiera varias realizaciones.

55

60

5 En una realización, una SR puede ser superpuesta en las señales de referencia, por ejemplo, como se puede hacer en ACK/NACK de la HARQ en LTE R8. Por ejemplo, si una SR es positiva, las señales de referencia en el 5º y 12º símbolos de OFDM pueden ser multiplicados por -1. Ilustrada en la Figura 27 está una estructura 2700 del PUCCH ejemplar no limitante para una transmisión del PUCCH basada en DFT-S-OFDM con SF = 5 que puede ser usada en tal realización. Esta realización puede ser especialmente efectiva en escenarios de bajo Doppler, y puede no ser efectiva cuando se usa el modo de prefijo cíclico extendido dado que solo hay un único símbolo de referencia por intervalo.

10 En una realización, un ejemplo de la cual es mostrada en la Figura 27, en el UE la información del ACK/NACK de la HARQ puede ser primero codificada del canal (en varias realizaciones, mediante el uso de código convolucional o de Reed-Muller) con la secuencia de bits de entrada $a'_0, a'_1, a'_2, a'_3, \dots, a'_{A'-1}$ y secuencia de bits de salida $b'_0, b'_1, b'_2, b'_3, \dots, b'_{B'-1}$, donde $B' = 20$ para el formato 2 del PUCCH o $B' = 48$ para la estructura del PUCCH basada en DFT-S-OFDM. El bit de solicitud de planificación puede ser denotado por a''_0 . Cada SR positiva puede ser codificada como un '0' binario y cada SR negativa puede ser codificada como un '1' binario. De manera alternativa, cada SR positiva puede ser codificada como un '1' binario y cada SR negativa puede ser codificada como un '0' binario. En tales realizaciones, la salida de bloque de codificación del canal puede venir dada por $b_1, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{B-1}$, donde $b_i = b'_i, i = 0, \dots, B'-1$ y $b_{B'} = a''_0$ con $B = (B' + 1)$.

15 El bloque de bits codificados puede ser entrelazado, mezclado con una secuencia de mezclado específica del UE, y modulado resultando en un bloque de símbolos de modulación de valor complejo $d(0), \dots, d(\lfloor \frac{B}{2} \rfloor)$ para la carga de ACK/NACK. Un único símbolo de modulación BPSK $d(\lfloor \frac{B}{2} \rfloor + 1)$ que porta un bit de información de la SR puede ser usado en la generación de una de las señales de referencia para el formato 2 del PUCCH de la estructura del PUCCH basada en DFT-S-OFDM.

20 En una realización, uno de los símbolos de referencia puede ser modulado con un desplazamiento cíclico alternativo. En un ejemplo no limitante, un UE puede ser configurado con un par de secuencias ortogonales, donde las dos secuencias son determinadas de manera implícita a partir del mismo Elemento del Canal de Control (CCE) del PDCCH. Puede haber una correspondencia uno a uno entre una de las secuencias asignadas y la SR positiva y una correspondencia uno a uno entre la otra secuencia asignada y la SR negativa. En tal realización, el UE puede primero determinar los recursos para la transmisión concurrente de ACK de la HARQ y SR en el PUCCH mediante un índice de recurso (por ejemplo, $n_{PUCCH}^{(1)}$). El UE puede entonces determinar el par de desplazamientos cíclicos (por ejemplo, α_1, α_2) en base al recurso asignado.

25 En una realización, un UE puede codificar de manera conjunta un bit de SR con ACK/NACK de la HARQ en una posición del bit conocida (por ejemplo, el primer o último bit) antes de la transmisión, como se ilustra en la Figura 28 que muestra una estructura 2800 del PUCCH ejemplar no limitante. En esta realización, en el UE, la información de ACK de la HARQ no codificada denotada como $a'_0, a'_1, a'_2, a'_3, \dots, a'_{A'-1}$ puede ser multiplexada con el bit de la Solicitud de Planificación (SR) para producir la secuencia $a_0, a_1, a_2, a_3, \dots, a_{A-1}$, donde $a_i = a'_i, i = 0, \dots, A'-1$ y $a_{A'} = a''_0$ con $A = (A' + 1)$. La secuencia $a_0, a_1, a_2, a_3, \dots, a_{A-1}$, puede ser codificada del canal mediante el uso de un código convolucional o de Reed-Muller para producir la secuencia de bits de salida $b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{B-1}$ donde $B = 20$ para el formato 2 del PUCCH o $B = 48$ para la estructura del PUCCH basada en DFT-S-OFDM. Esta realización puede ser especialmente efectiva en escenarios con Doppler alto, y puede usarse cuando se use el modo de prefijo cíclico extendido a pesar de que solo haya un único símbolo de referencia por intervalo.

30 En una realización, donde la codificación conjunta que usa el código de Reed-Muller es usada y las palabras de código pueden ser una combinación lineal de las secuencias con base A denotadas por $M_{i,n}$, el bit de la SR puede ser ensanchado por la secuencia de base más segura que podría maximizar la ganancia de diversidad de frecuencia. Por ejemplo, el candidato de secuencia de base que podría dispersar potencialmente el bit codificado de información de la SR de manera más pareja sobre la subtrama puede ser el seleccionado para codificar el bit de la SR. En esta realización, la secuencia de bits codificada de longitud B en la salida del codificador del canal puede venir dada por:

$$b_i = a_m \cdot M_{i,m} + \sum_{n=0, n \neq m}^{A-1} a_n \cdot M_{i,n} \quad i = 0, 1, \dots, B-1,$$

Una secuencia de base ejemplar no limitante para RM(20, k) para codificar el bit de información de la SR es mostrada a continuación en la Tabla 24.

Tabla 24. Secuencia ejemplar para RM(20, k) para codificar el bit de información de la SR

i	M _{i,0}	M _{i,1}	M _{i,2}	M _{i,3}	M _{i,4}	M _{i,5}	M _{i,6}	M _{i,7}	M _{i,8}	M _{i,9}	M _{i,10}	M _{i,11}	M _{i,12}
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
2	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1
3	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1
4	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1
5	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1
6	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1
7	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1
8	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1
9	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1
10	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
11	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1
12	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1
13	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1
14	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1
15	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1
16	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1
17	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1
18	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
19	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0

En una realización, donde una nueva estructura del PUCCH puede ser usada (por ejemplo, si se introduce en LTE-A R10) para múltiples transmisiones de ACK/NACK que está basada en una estructura de formato 1 del PUCCH, un UE puede transmitir las respuestas de ACK/NACK en sus recursos del PUCCH de ACK/NACK asignados para una transmisión de SR negativa y en sus recursos del PUCCH del SR para una SR positiva. En esta realización el formato del PUCCH usado puede ser un nuevo formato del PUCCH.

5

En una realización, los bits de SR pueden perforar la secuencia de ACK/NACK de la HARQ. En tal realización, en el UE, la información de ACK/NACK de la HARQ puede ser codificada del canal mediante el uso de un código convolucional o de Reed-Muller con la secuencia de bits de entrada $a'_0, a'_1, a'_2, a'_3, \dots, a'_{A'-1}$ y la secuencia de bits de salida $b'_0, b'_1, b'_2, b'_3, \dots, b'_{B'-1}$, donde $B' = 20$ para el formato 2 del PUCCH o $B' = 48$ para la estructura del PUCCH basada en DFT-S-OFDM. El bit de la solicitud de planificación puede denotarse como a''_0 . La salida del bloque de codificación del canal puede denotarse por $b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{B-1}$, donde $b_i = b'_i, i = 0, \dots, B'-1$ & $i \neq j$ y $b_j = a''_0$. Observe que j puede ser el índice del bit en la salida del bloque de codificación del canal que es sobrescrito por el bit de la SR. En una realización, el perforado puede ser realizado a nivel de símbolo tal que el símbolo de la SR modulada por BPSK perfora uno de los símbolos de ACK/NACK modulados por QPSK.

10

En estas realizaciones, la CSI puede ser transmitida en una variedad de formas. En una realización, si no hay colisión entre ACK/NACK de la HARQ y la CSI para una subtrama, la CSI puede transmitirse en el PUSCH sin datos (PUSCH con solo CSI), pero si hay una colisión entre ACK/NACK de la HARQ y CSI para una subtrama, solo el ACK/NACK de la HARQ será transmitido para esa subtrama (esto es, no se transmitirá CSI). De manera alternativa, tanto el ACK/NACK de la HARQ como la CSI pueden transmitirse en el PUSCH como se describe en este documento. En una realización, el ACK/NACK de la HARQ en el formato 2 del PUCCH y CSI en el PUSCH sin datos pueden transmitirse simultáneamente.

15

20

En una realización donde ocurre una colisión entre ACK/NACK y SR positiva en una misma subtrama, un UE puede configurarse para tirar el ACK/NACK y transmitir la SR. En esta realización, el parámetro AckNackySRsimultaneos proporcionado por capas superiores puede determinar si un UE está configurado para soportar la transmisión concurrente de ACK/NACK y SR. En este caso, un IE del RRC (por ejemplo, ConfigSolicitudPlanificación-R10) puede definirse para habilitar la señalización del parámetro AckNackySRsimultaneos. Un ejemplo no limitante de tal ID se proporciona a continuación:

```

-- ASN1 INICIO
ConfigSolicitudPlanificación-R10 ::= ELIGE {
  versión                NULO,
  configuración          SECUENCIA {
    sr-PUCCH-ÍndiceRecurso  ENTERO (0..2047),
    sr-ÍndiceConfig        ENTERO (0..155),
    dsr-TransMax           ENUMERADO {
                          n4, n8, n16, n32, n64, spare3, spare2, spare1}
  }
  AckNackySRsimultaneos  BOOLEANO
}
-- ASN1 PARA

```

En una realización, un UE puede tirar ACK/NACK cuando quiera que el tamaño de la carga del ACK/NACK del HARQ exceda un valor predeterminado. En esta realización, el tamaño de la carga del ACK/NACK de la HARQ puede ser una función de las portadoras de componentes configuradas y modos de transmisión. Así, el UE puede conocer de manera implícita cuando tirar información de ACK/NACK una vez que es configurado por una capa superior al respecto del número de CC y modos de transmisión en cada CC.

En una realización un UE puede configurarse para determinar la potencia de transmisión a usar para la transmisión del PUCCH. Un UE puede configurarse para controlar la potencia de transmisión para una transmisión del PUCCH del ACK/NACK mediante la definición de la potencia de transmisión como una función de al menos uno de la carga (esto es, el formato) de la transmisión del PUCCH (por ejemplo, el número de bits de ACK/NACK a portar dentro de dicha carga y/o el formato del ACK/NACK usado para portar dicha carga), el número de palabras de código por celda servidora de la configuración del UE, el número de palabras de código por celda servidora activa de la configuración del UE (en una realización solo las celdas servidoras que fueron activadas por FAC), el número de celdas servidoras en la configuración del UE, y el número de celdas servidoras activas de la configuración del UE, en una realización solo las celdas servidoras que fueron activadas por FAC.

En una realización, dada la definición de un formato del PUCCH que soporta codificación conjunta de la realimentación del ACK/NACK de la HARQ correspondiente a una pluralidad de (en una realización, explícitamente activada) celdas servidoras de la configuración del UE, una unidad de control de potencia en un UE puede ajustar la potencia de transmisión usada para el formato del PUCCH mediante el uso de codificación conjunta como una función de la carga del ACK/NACK de la HARQ para mantener la cobertura del canal de control del UL a una aproximación cercana de la cobertura del formato 1a del PUCCH, por ejemplo para hacer la cobertura independiente del número de celdas servidoras configuradas (y posiblemente activadas explícitamente).

Esto se puede lograr mediante la definición de $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ para la transmisión de dicho formato del PUCCH que usa codificación conjunta como sigue:

$$h(n_{CQI}, n_{HARQ}) = \begin{cases} 10 \log_{10} \left(\frac{n_{HARQ}}{3} \right) & \text{si } n_{HARQ} \geq 3 \\ 0 & \text{al contrario} \end{cases}$$

El valor '3' en la fórmula anterior puede basarse en el hecho de que el número mínimo de bits del ACK/NACK de la HARQ para la codificación conjunta del formato del PUCCH que usa codificación conjunta se espera que sea de tres bits. De manera alternativa, este valor puede ser reemplazado por un parámetro más generalizado $n_{HARQ, \min}$ que puede denotar el número mínimo de bits de ACK/NACK de la HARQ a ser codificados y correspondidos con el formato del PUCCH que usa codificación conjunta. Observe que el número máximo de bits del ACK/NACK de la HARQ no impacta en la fórmula anterior.

Aunque características y elementos son descritos anteriormente en combinaciones particulares, alguien experto en la técnica apreciará que cada característica o elemento se puede usar solo o en cualquier combinación con las otras características y elementos. Además, los métodos descritos en este documento pueden implementarse en un programa informático, software, o firmware incorporado en un medio legible por un ordenador para la ejecución por un ordenador o procesador. Ejemplos de medios legibles por un ordenador incluye señales electrónicas (transmitidas sobre conexiones por cable o inalámbricas) y medios de almacenamiento legibles por un ordenador. Ejemplos de medios de almacenamiento legibles por un ordenador incluye, pero no se limita a, una memoria de solo

lectura (ROM), una memoria de acceso aleatorio (RAM), un registro, una memoria intermedia, dispositivos de memoria semiconductores, medios magnéticos tales como discos duros internos y discos extraíbles, medios magneto-ópticos, y medios ópticos tales como discos CD-ROM, y discos versátiles digitales (DVD). Un procesador en asociación con software puede usarse para implementar un transceptor de frecuencia radio para usar en una WTRU, UE, terminal, estación base, RNC, o cualquier ordenador local.

5

REIVINDICACIONES

1. Un método de aleatorización de interferencia en un equipo de usuario, UE, que comprende:
 codificar un conjunto de bits de información de control que comprende bits de ACK/NACK para generar bits de información de control codificados;
- 5 mezclar los bits de información de control codificados para generar bits de información de control mezclados;
 modular los bits de información de control mezclados para generar símbolos modulados;
 determinar un índice de recursos de ACK/NACK del canal de control del enlace ascendente físico, PUCCH;
 determinar un primer índice de secuencia ortogonal, un segundo índice de secuencia ortogonal y un desplazamiento cíclico para una secuencia base para generar una señal de referencia de demodulación, DMRS, en donde se
 10 determina cada uno del primer índice de secuencia ortogonal, el segundo índice de secuencia ortogonal y el desplazamiento cíclico basándose en el índice de recursos del ACK/NACK del PUCCH;
 ensanchar por bloques los símbolos modulados mediante el uso de una primera secuencia ortogonal indicada por el primer índice de secuencia ortogonal y una segunda secuencia ortogonal indicada por el segundo índice de
 15 secuencia ortogonal, en donde la primera secuencia ortogonal indicada por el primer índice de secuencia ortogonal es la secuencia ortogonal asociada con un primer intervalo de una subtrama y la segunda secuencia ortogonal indicada por el segundo índice de secuencia ortogonal es la secuencia ortogonal asociada con un segundo intervalo de subtrama.
 aplicar el desplazamiento cíclico a la secuencia base para generar el DMRS; y
 transmitir el DMRS y los símbolos modulados ensanchados por bloques en un PUCCH.
- 20 2. El método según la reivindicación 1, en donde cada una de la primera secuencia ortogonal y la segunda secuencia ortogonal se determina además basándose en al menos uno de: una longitud de un código de ensanchado de bloques usado para un primer intervalo de una subtrama o una longitud de un código de ensanchado de bloques usado para un segundo intervalo de la subtrama.
- 25 3. El método según la reivindicación 2, en donde la longitud del código de ensanchado de bloques usado para el primer intervalo de la subtrama es 5
4. El método según la reivindicación 2, en donde la longitud del código de ensanchado de bloques usado para el segundo intervalo de la subtrama es 4 o 5.
- 30 5. El método según la reivindicación 1, en donde los bits de información de control codificados se mezclan usando una secuencia de mezclado, en donde la secuencia de mezclado se basa en un identificador temporal de red de radio celular, C-RNTI, de un UE y una identidad de una celda a la que se conecta el UE.
6. El método según la reivindicación 1, en donde el desplazamiento cíclico se determina además basándose en un parámetro específico de celda.
7. El método según la reivindicación 6, en donde el parámetro específico de celda varía en función de uno o más de entre un número de símbolo, un número de intervalo y un número de subportadoras por bloque de recursos.
- 35 8. El método según la reivindicación 1, en donde el índice de recursos de ACK/NACK del PUCCH se configura por una capa superior o se configura de manera semi estática.
9. El método según la reivindicación 1, en donde los bits de información de control codificados se mezclan mediante el uso de una secuencia de mezclado, en donde la secuencia de mezclado es una secuencia pseudoaleatoria que se inicializa mediante el uso de una ID de celda al principio de una subtrama.
- 40 10. El método según la reivindicación 1, en donde los bits de información de control codificados se mezclan mediante el uso de una secuencia de mezclado, en donde la secuencia de mezclado se basa en un identificador temporal de red de radio celular, C-RNTI, de un UE.
11. El método según la reivindicación 1, en donde los bits de información de control codificados se mezclan mediante el uso de una secuencia de mezclado, en donde la secuencia de mezclado se basa en una identidad de
 45 una celda a la que se conecta el UE.
12. El método según la reivindicación 11, en donde la identidad es una ID de celda física, PCI, de la celda, y en donde la PCI es una PCI de una portadora de componentes primaria de enlace descendente.
13. Un equipo de usuario, UE, que comprende:

un procesador configurado, para, al menos:

codificar un conjunto de bits de información de control que comprende bits de ACK/NACK para generar bits de información de control codificados;

mezclar los bits de información de control codificados para generar bits de información de control mezclados;

5 modular los bits de información de control mezclados para generar símbolos modulados;

determinar un índice de recursos ACK/NACK de canal de control del enlace ascendente físico, PUCCH;

10 determinar un primer índice de secuencia ortogonal, un segundo índice de secuencia ortogonal y un desplazamiento cíclico para una secuencia base para generar una señal de referencia de demodulación, DMRS, en donde se determina cada uno del primer índice de secuencia ortogonal, el segundo índice de secuencia ortogonal y el desplazamiento cíclico basándose en el índice de recursos de ACK/NACK del PUCCH;

15 ensanchar por bloques los símbolos modulados mediante el uso de una primera secuencia ortogonal indicada por el primer índice de secuencia ortogonal y una segunda secuencia ortogonal indicada por el segundo índice de secuencia ortogonal, en donde la primera secuencia ortogonal indicada por el primer índice de secuencia ortogonal es la secuencia ortogonal asociada con un primer intervalo de una subtrama y la segunda secuencia ortogonal indicada por el segundo índice de secuencia ortogonal es la secuencia ortogonal asociada con un segundo intervalo de la subtrama;

aplicar el desplazamiento cíclico a la secuencia base para generar el DMRS; y

transmitir el DMRS y los símbolos modulados ensanchados por bloques en un PUCCH.

20 14. El UE según la reivindicación 13, en donde cada uno de la primera secuencia ortogonal y la segunda secuencia ortogonal se determina además basándose en al menos uno de: una longitud de un código de ensanchado de bloques usado para un primer intervalo de una subtrama o una longitud de un código de ensanchado de bloques usado para un segundo intervalo de la subtrama

15. El UE según la reivindicación 14, en donde la longitud del código de ensanchado de bloques usado para el primer intervalo de la subtrama es 5.

25 16. El UE según la reivindicación 14, en donde la longitud del código de ensanchado de bloques usado para el segundo intervalo de la subtrama es 4 o 5.

17. El UE según la reivindicación 13, en donde los bits de información de control codificados se mezclan mediante el uso de una secuencia de mezclado, en donde la secuencia de mezclado se basa en un identificador temporal de red de radio celular, C-RNTI, de un UE y una identidad de una celda a la que se conecta un UE.

30 18. El UE según la reivindicación 13, en donde el desplazamiento cíclico se determina además basándose en un parámetro específico de celda.

19. El UE según la reivindicación 18, en donde el parámetro específico de celda varía basándose en uno o más de entre un número de símbolo, un número de intervalo y un número de subportadoras por bloque de recursos.

35 20. El UE según la reivindicación 13, en donde el índice de recursos de ACK/NACK del PUCCH se configura por una capa superior o se configura de manera semi estática.

21. El UE según la reivindicación 13, en donde los bits de información de control codificados se mezclan mediante el uso de una secuencia de mezclado, en donde la secuencia de mezclado es una secuencia pseudoaleatoria que se inicializa mediante el uso de una ID de celda al principio de una subtrama.

40 22. El UE según la reivindicación 13, en donde los bits de información de control codificados se mezclan mediante el uso de una secuencia de mezclado, en donde la secuencia de mezclado se basa en un identificador temporal de red de radio celular, C-RNTI, de un UE.

23. El UE según la reivindicación 13, en donde los bits de información de control codificados se mezclan usando una secuencia de mezclado, en donde la secuencia de mezclado se basa en una identidad de una celda a la que se conecta el UE.

45 24. El UE según la reivindicación 23, en donde la identidad es una ID de celda física, PCI, de la celda, y en donde la PCI es una PCI de una portadora de componentes primaria de enlace descendente.

100

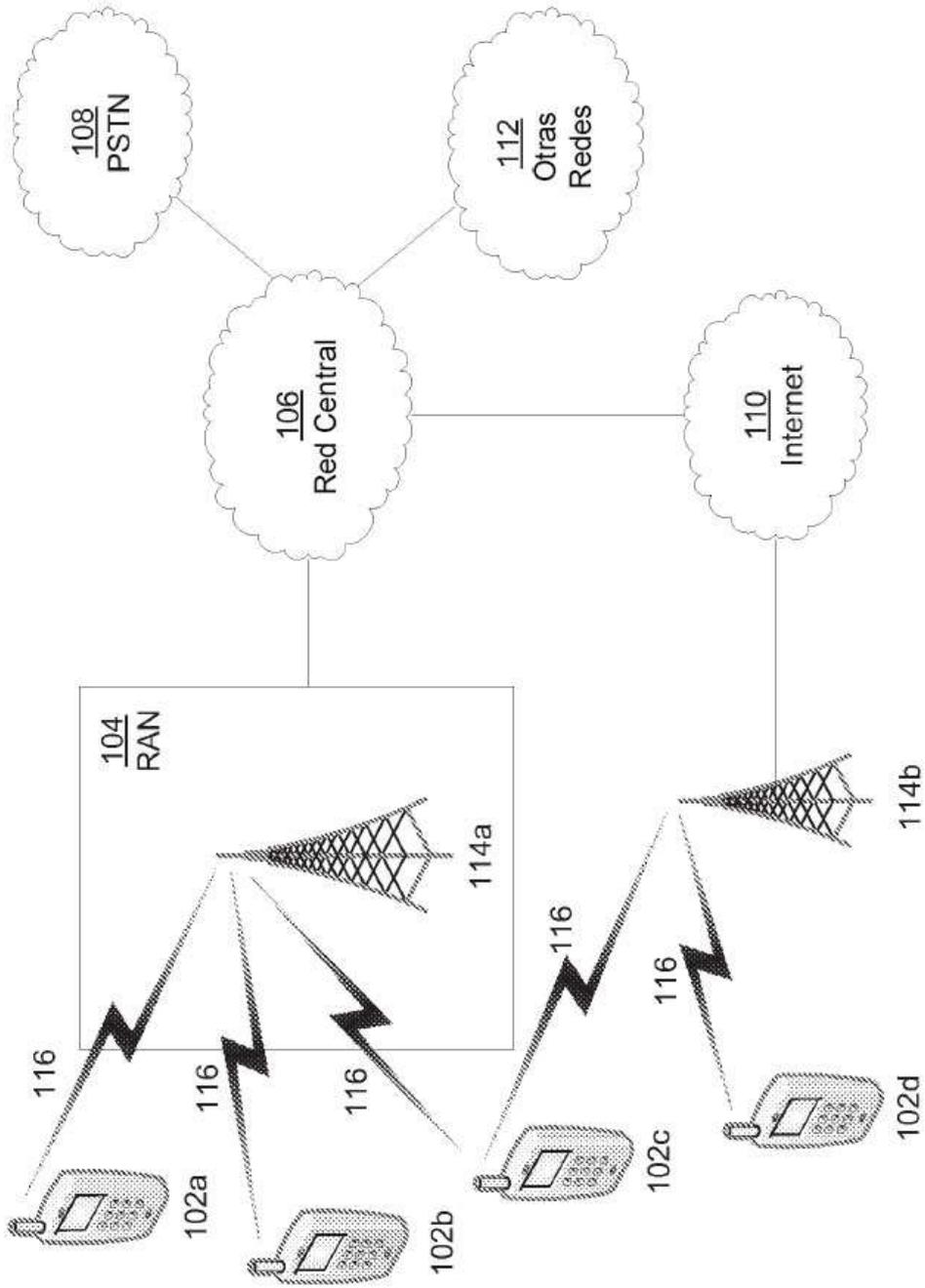


Figura 1A

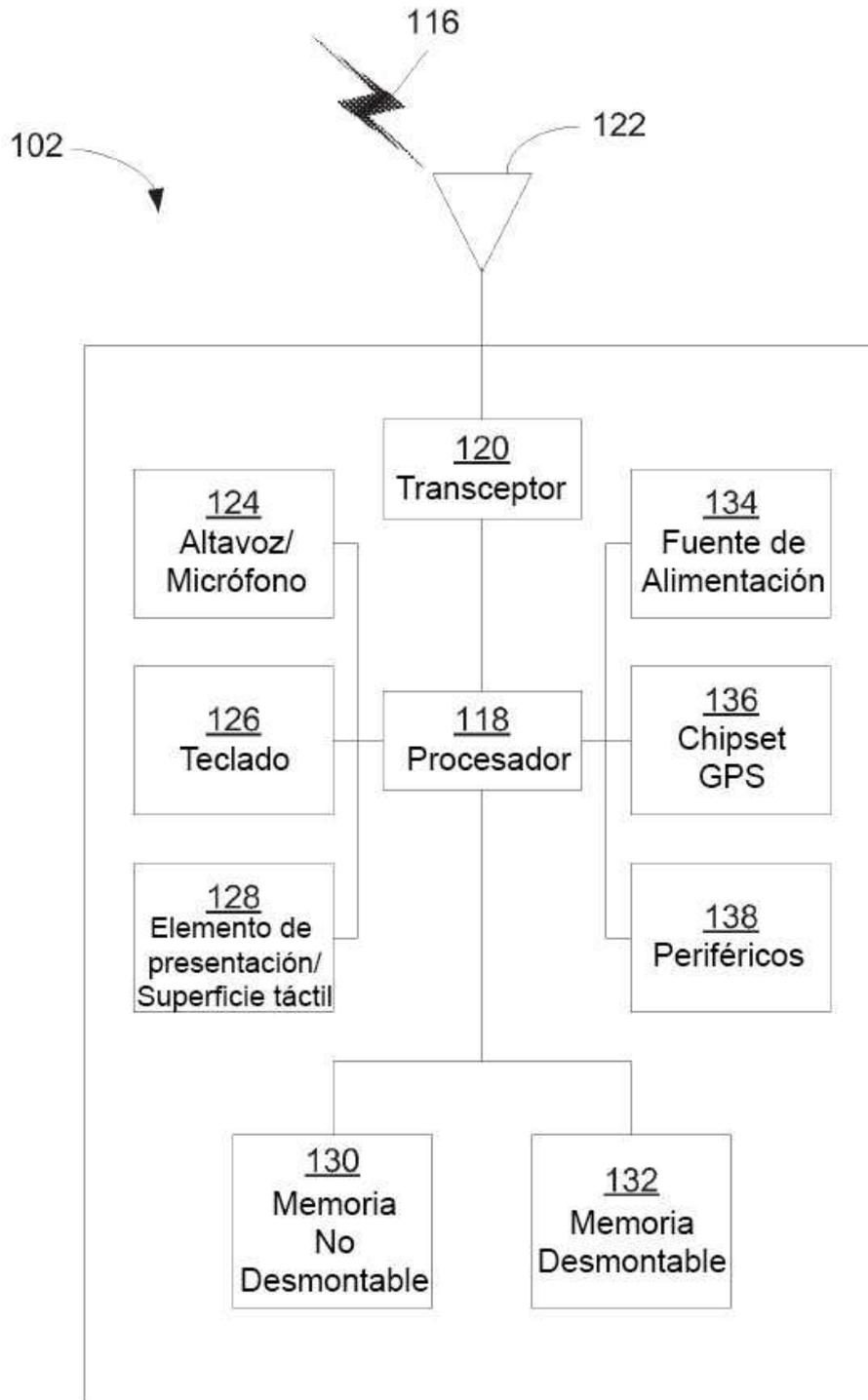


Figura 1B

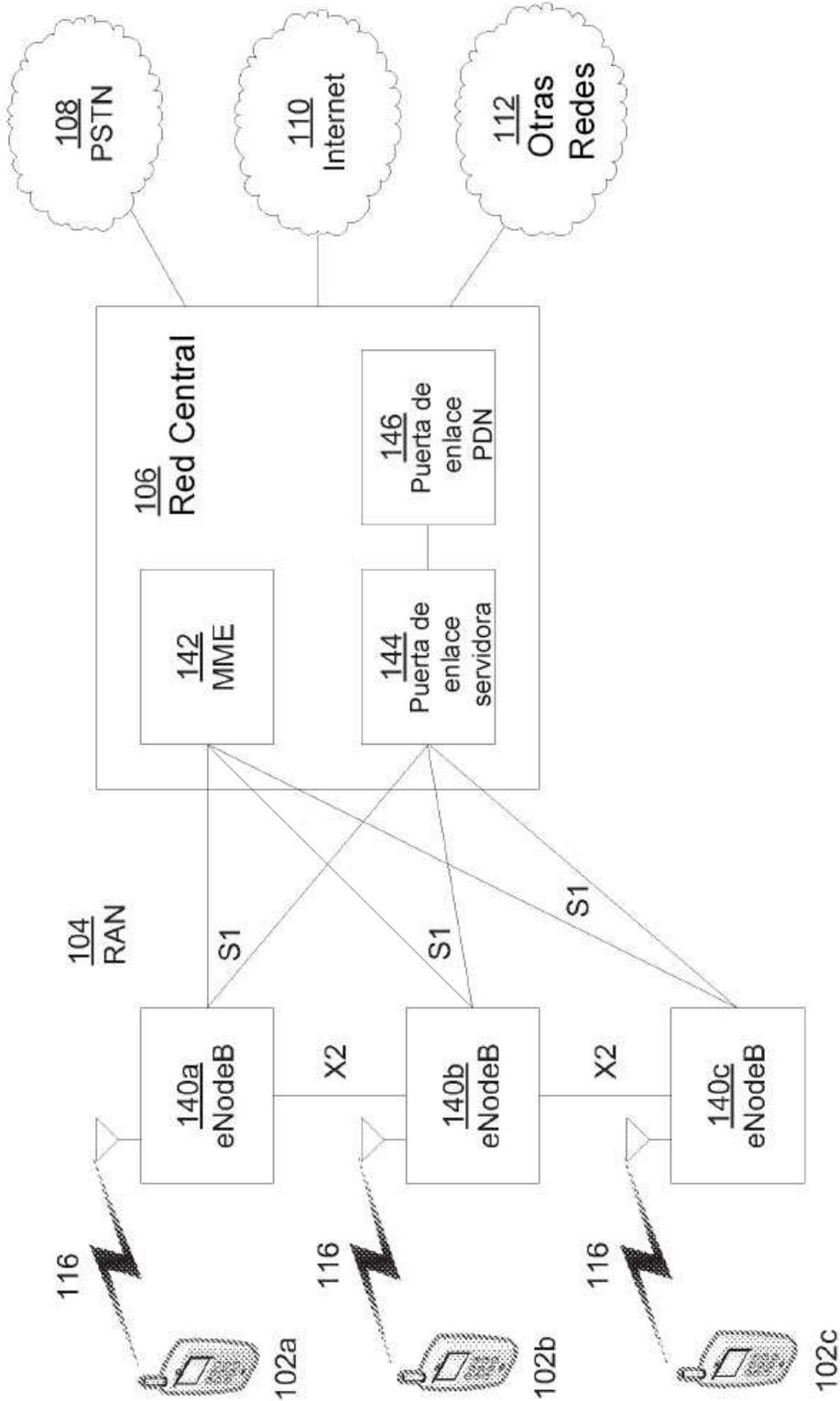


Figura 1C

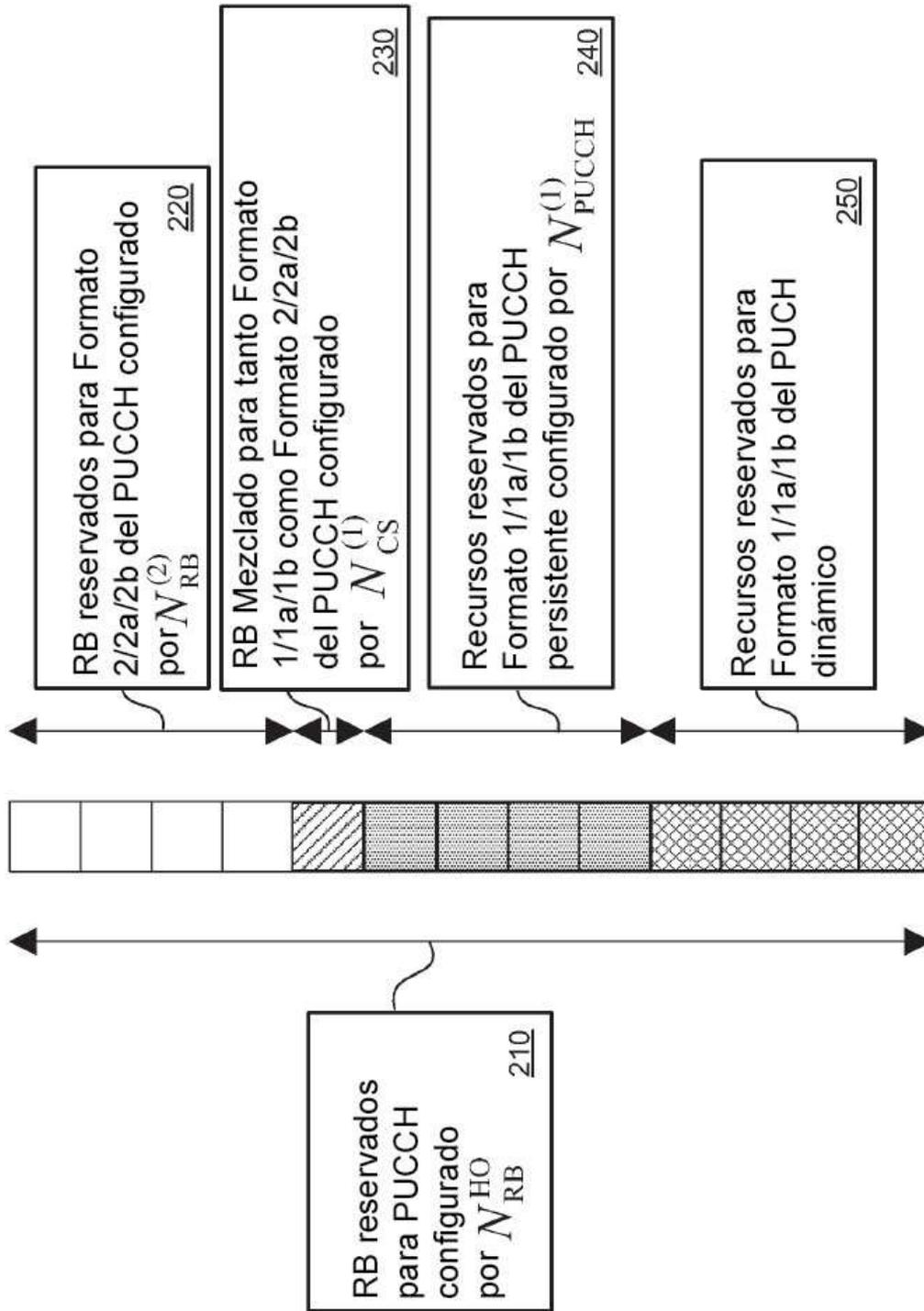


Figura 2

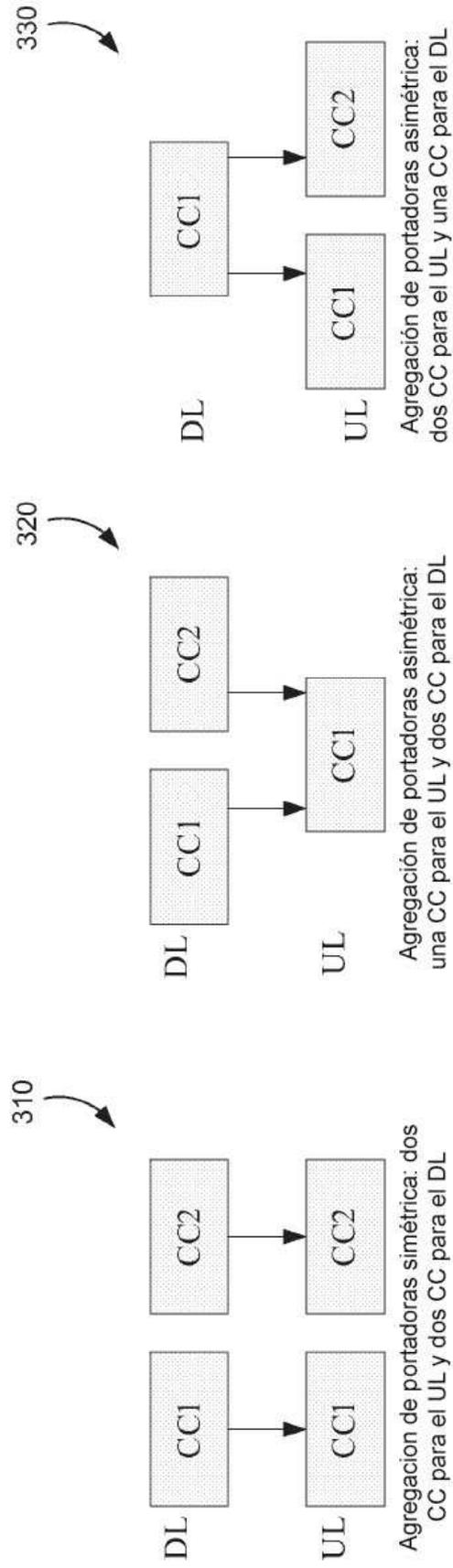


Figura 3

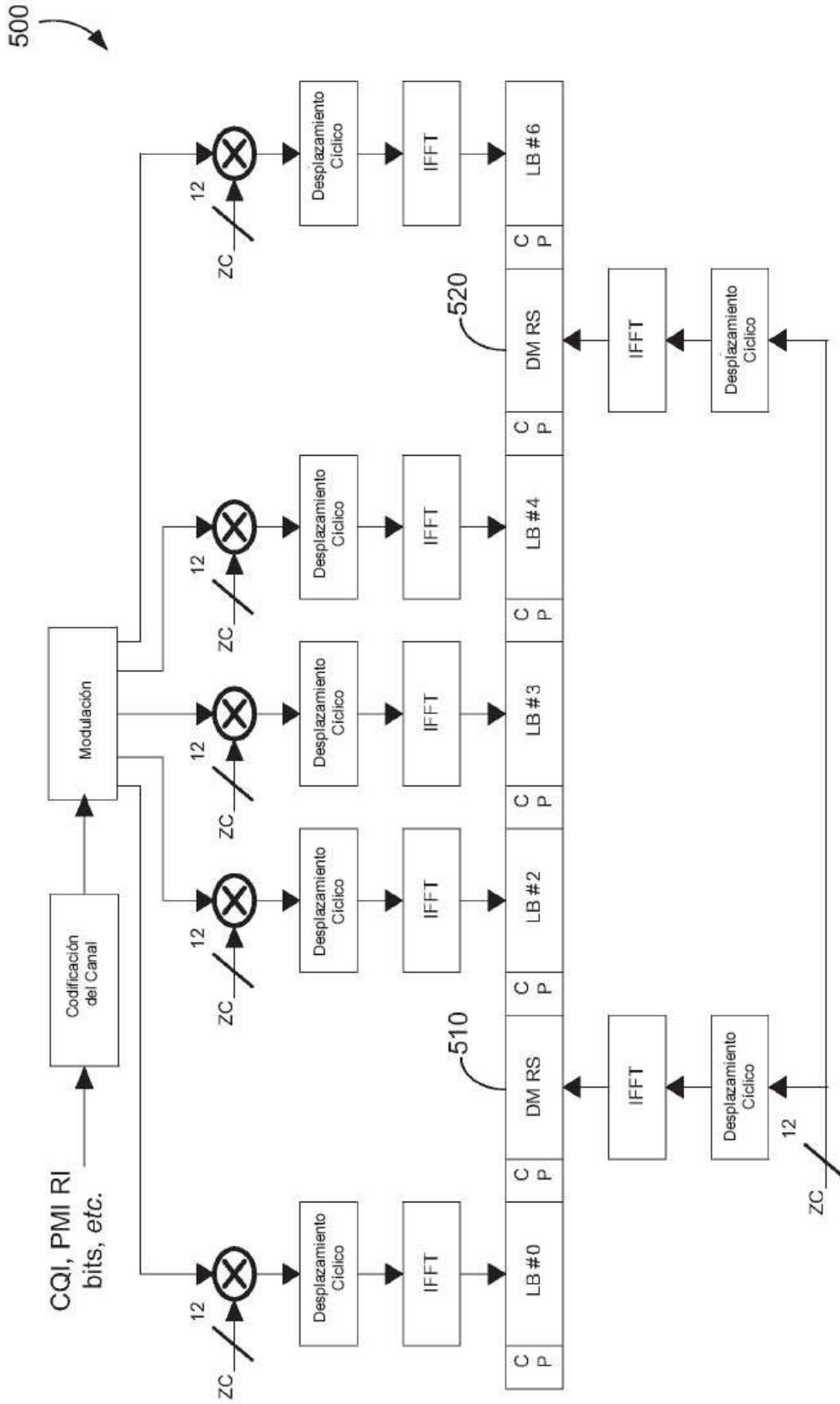


Figura 5

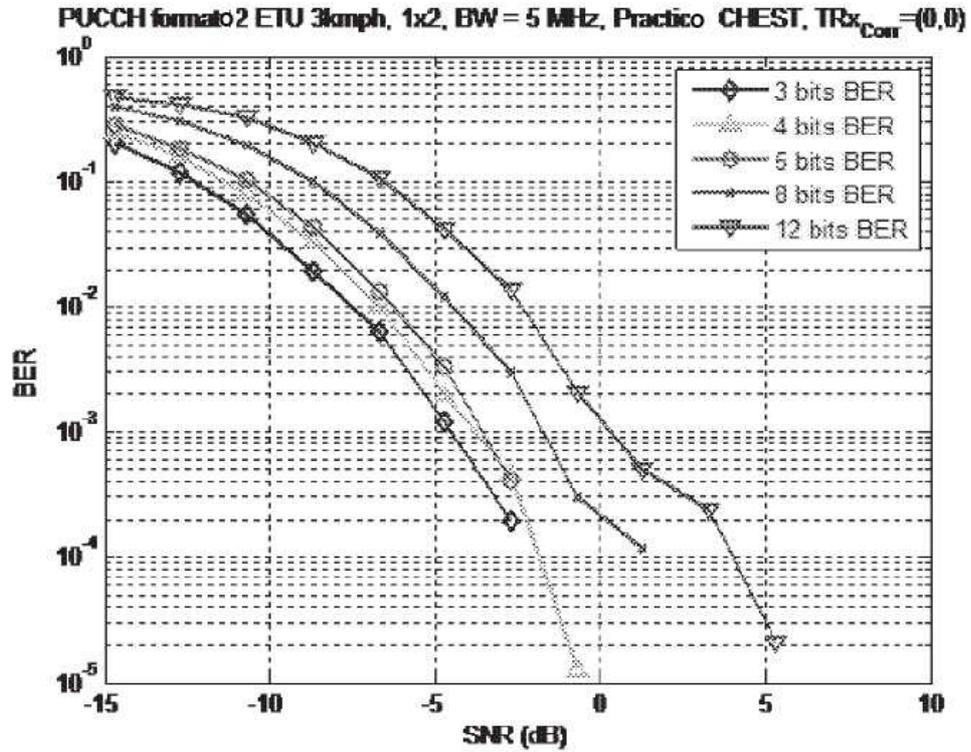


Figura 6

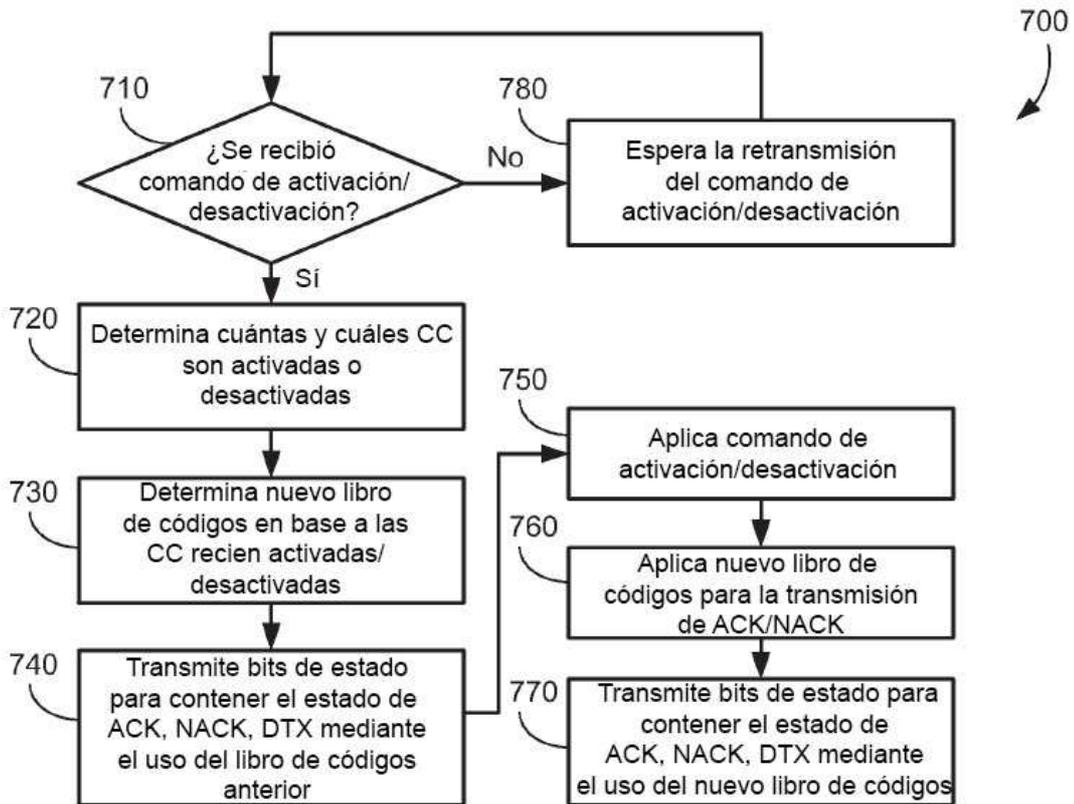


Figura 7

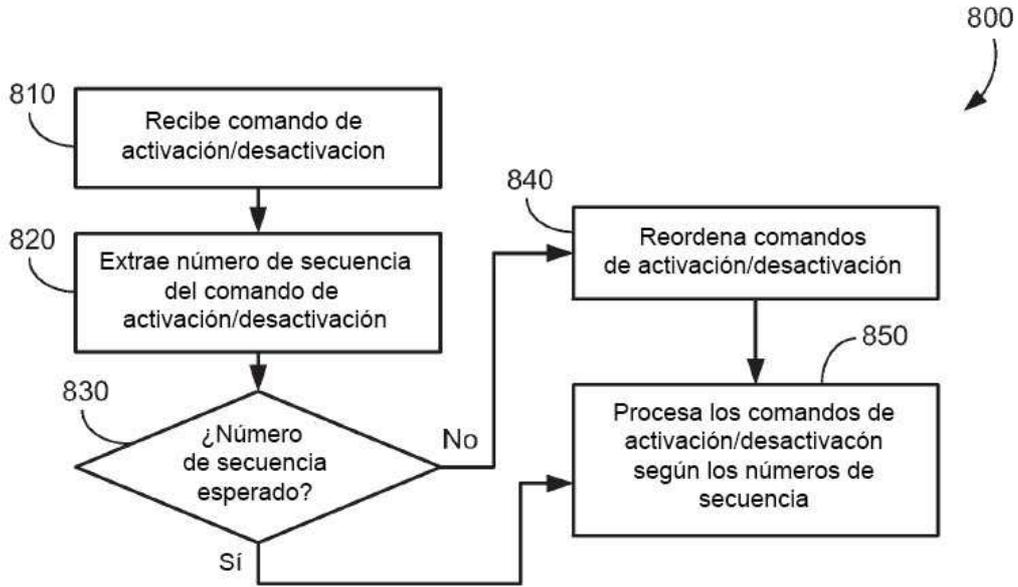


Figura 8

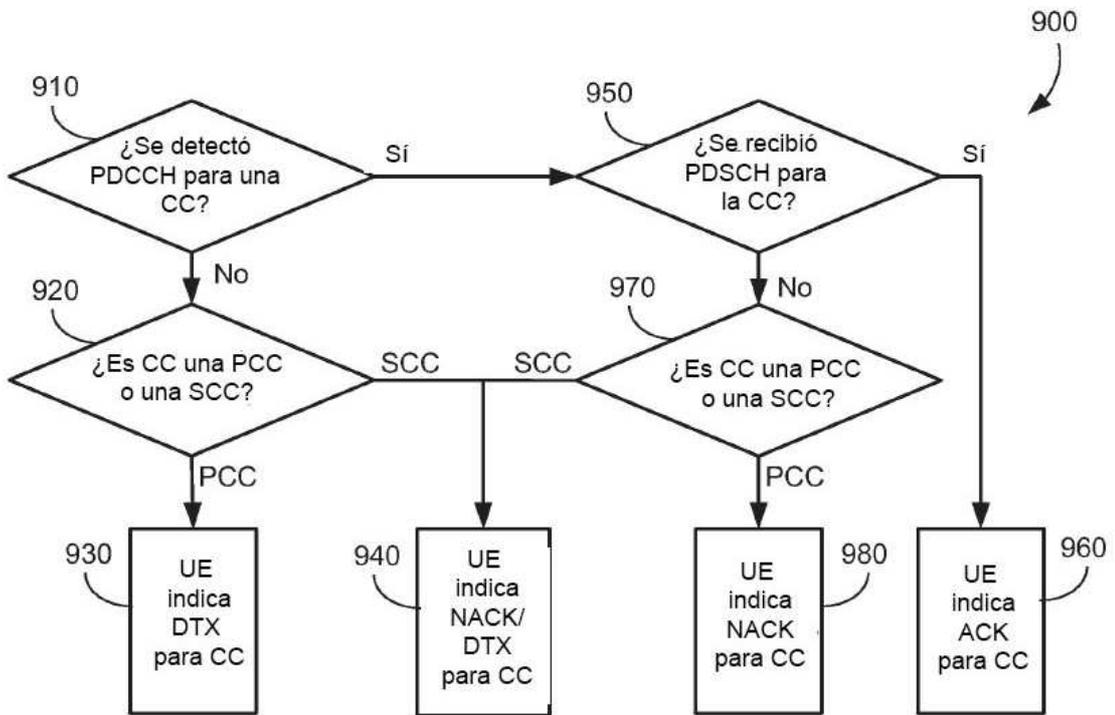


Figura 9

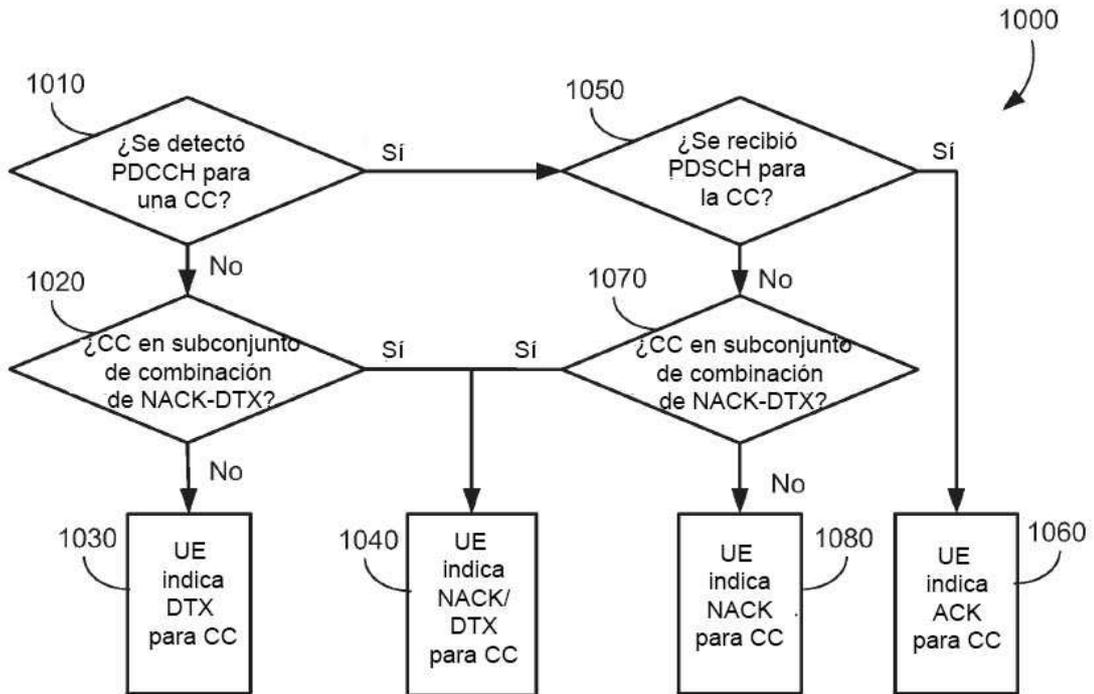


Figura 10

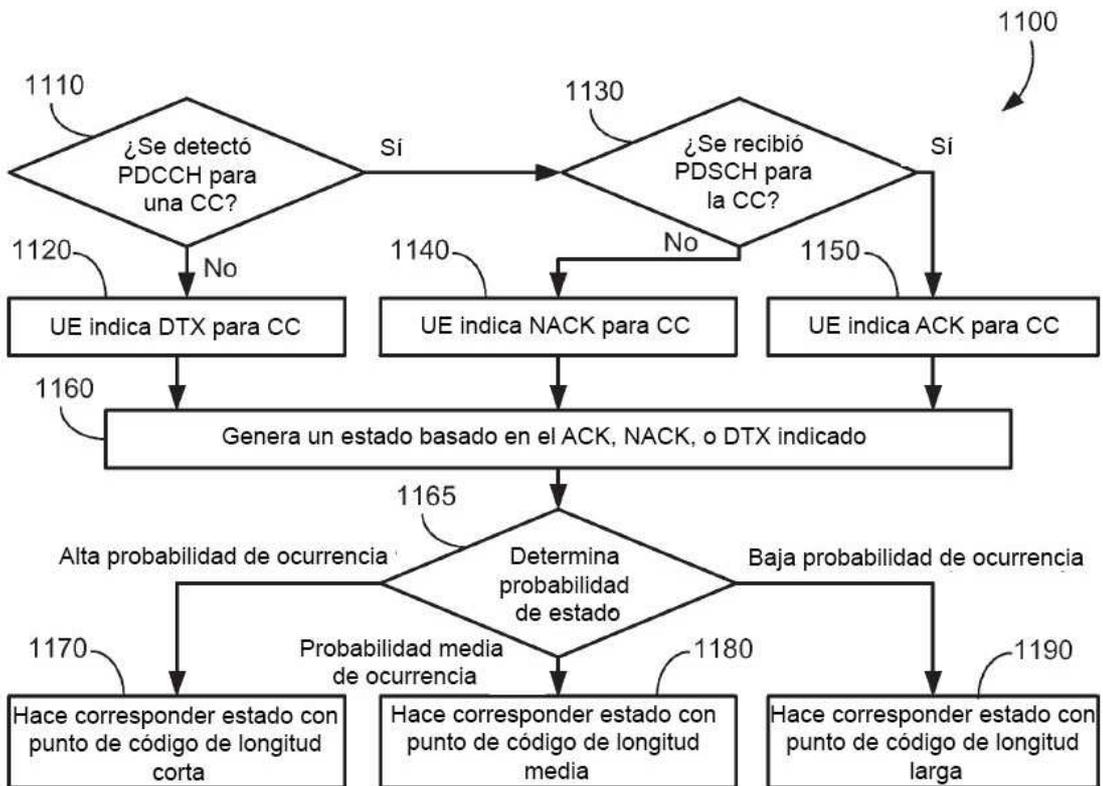


Figura 11

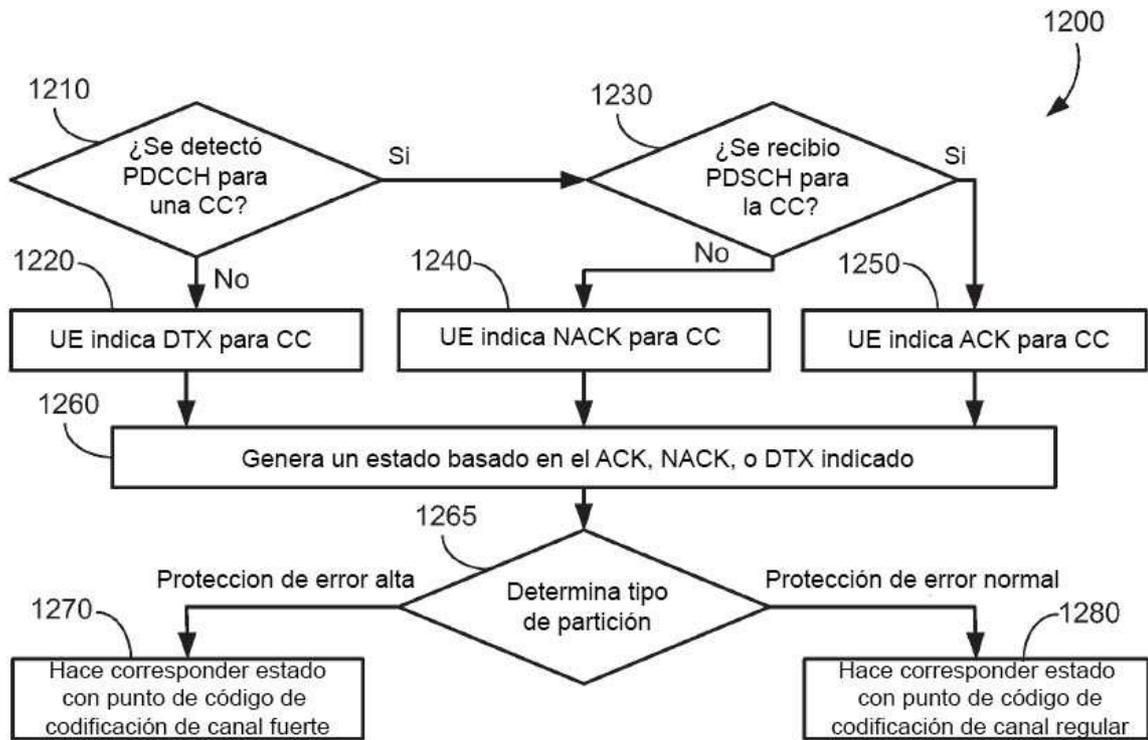


Figura 12

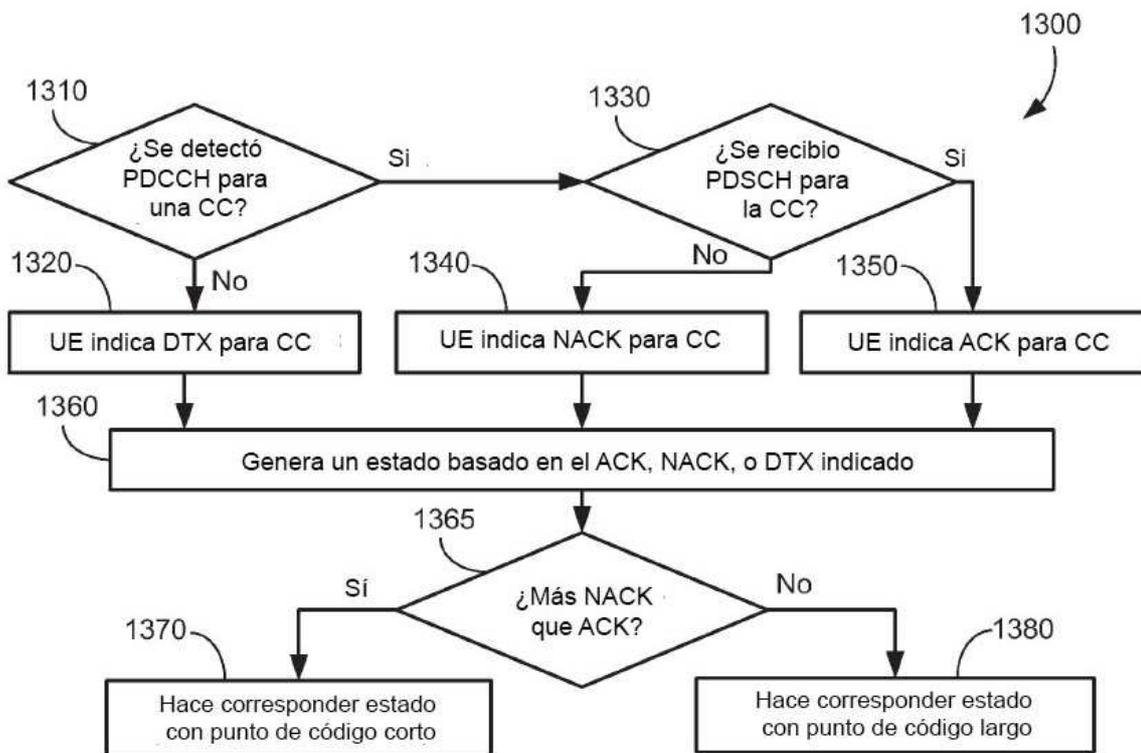


Figura 13

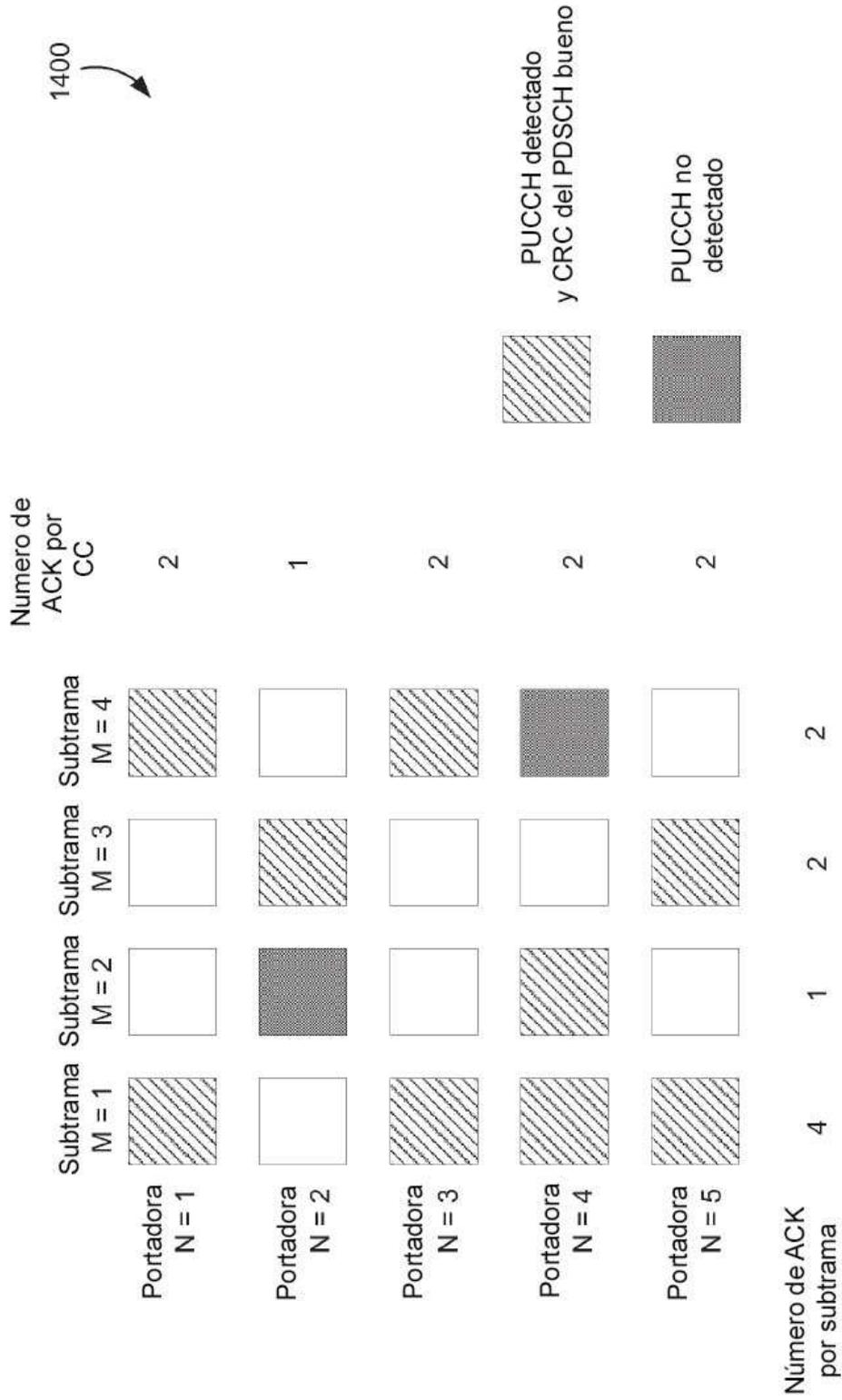


Figura 14

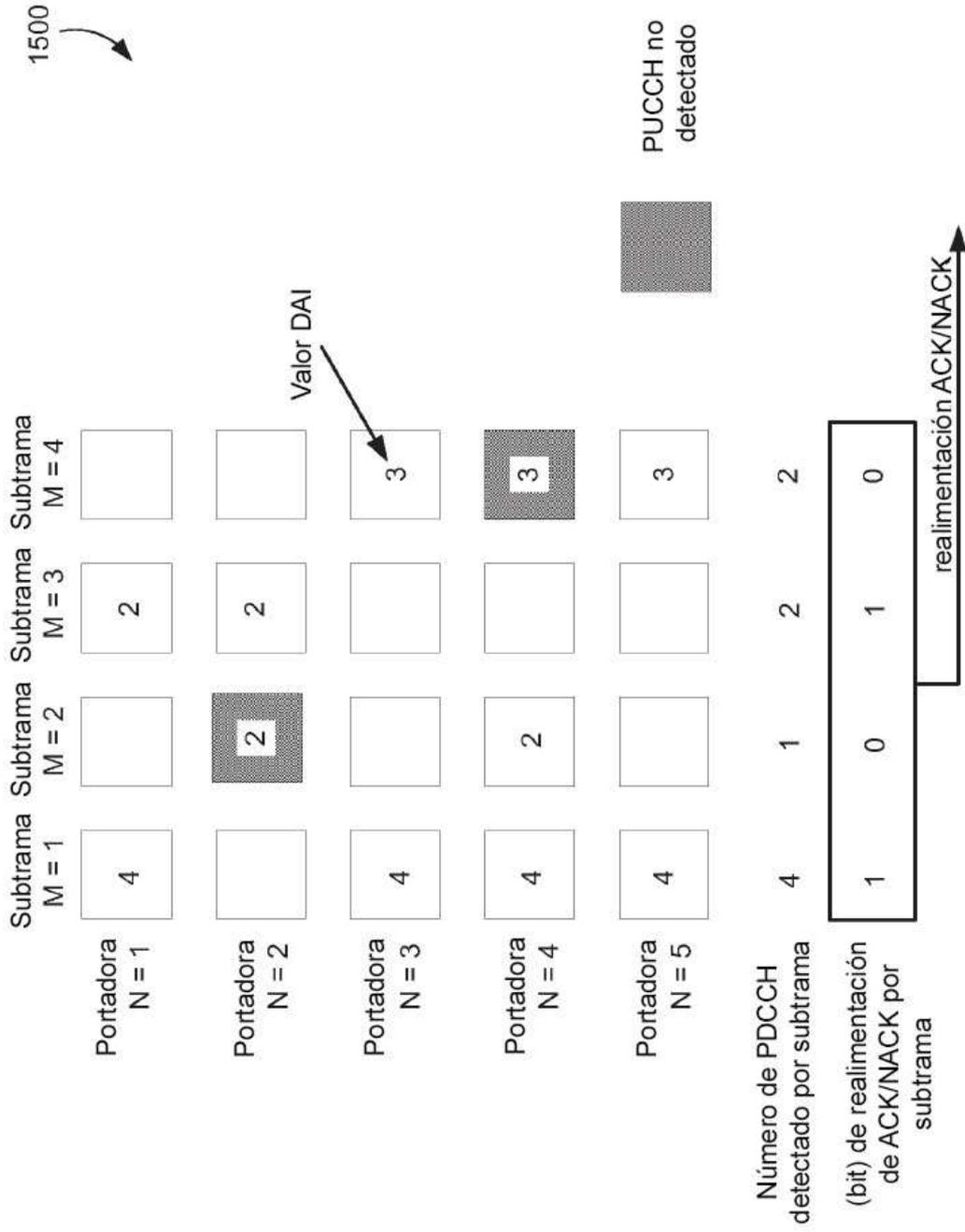


Figura 15

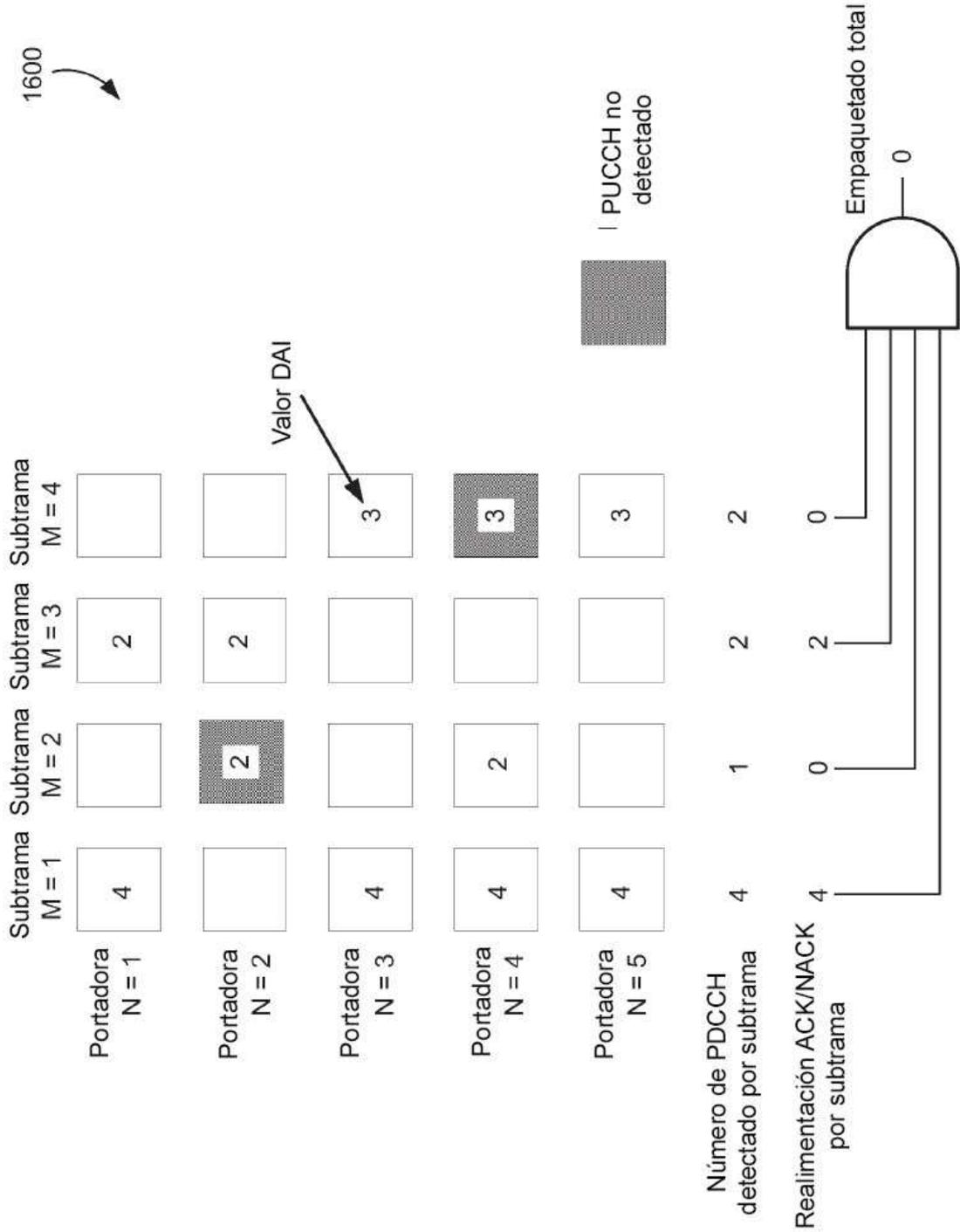


Figura 16

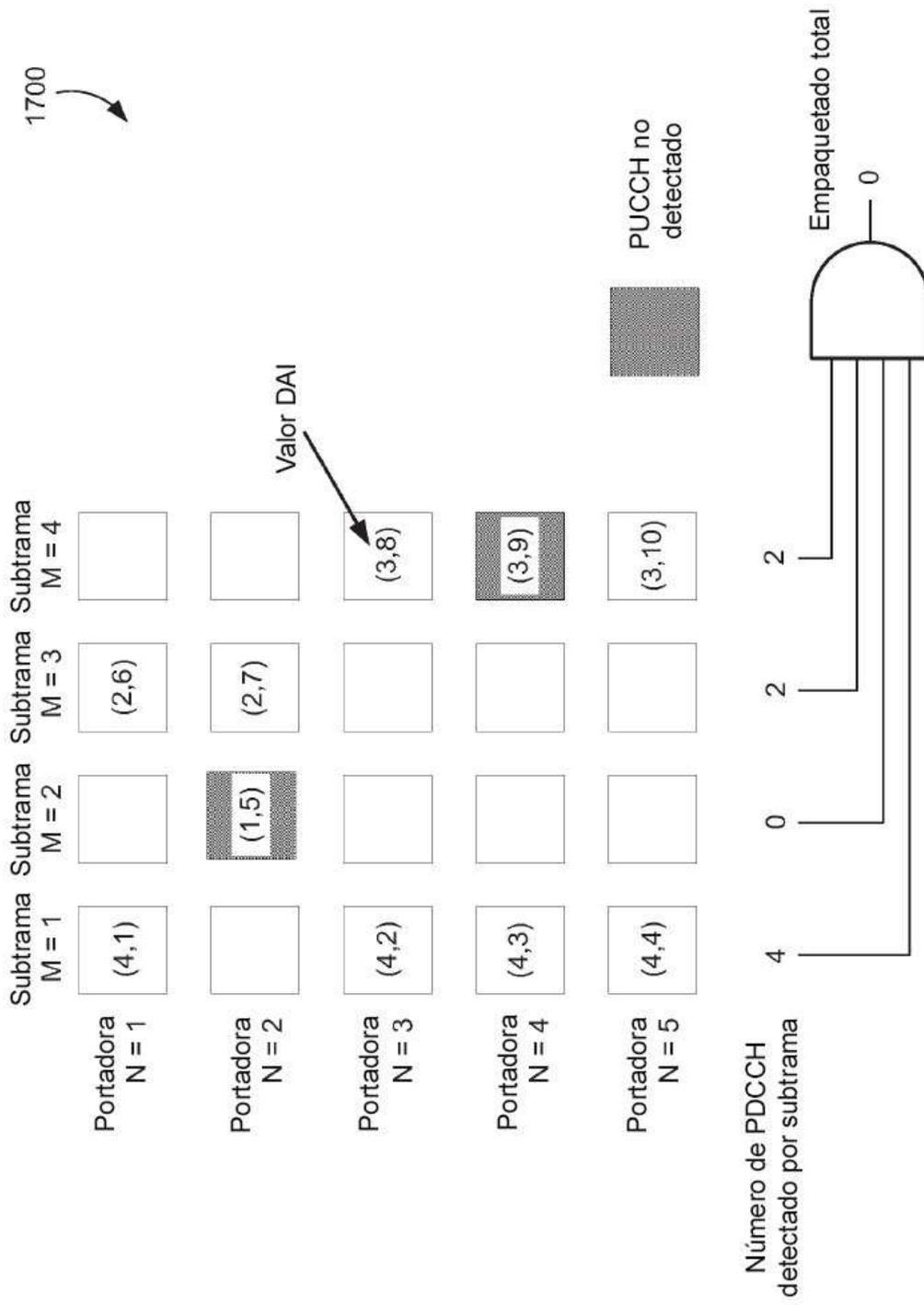


Figura 17

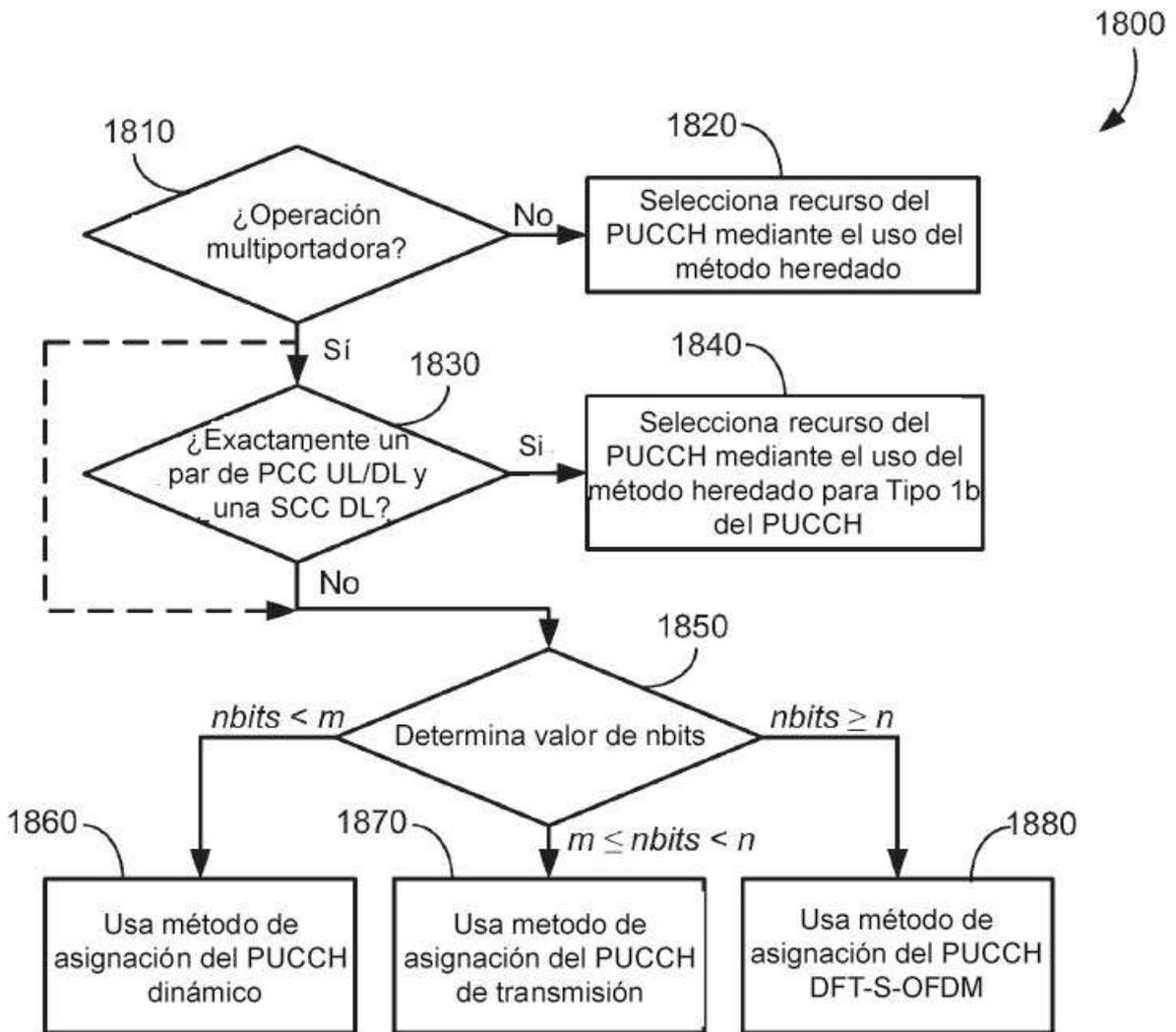


Figura 18

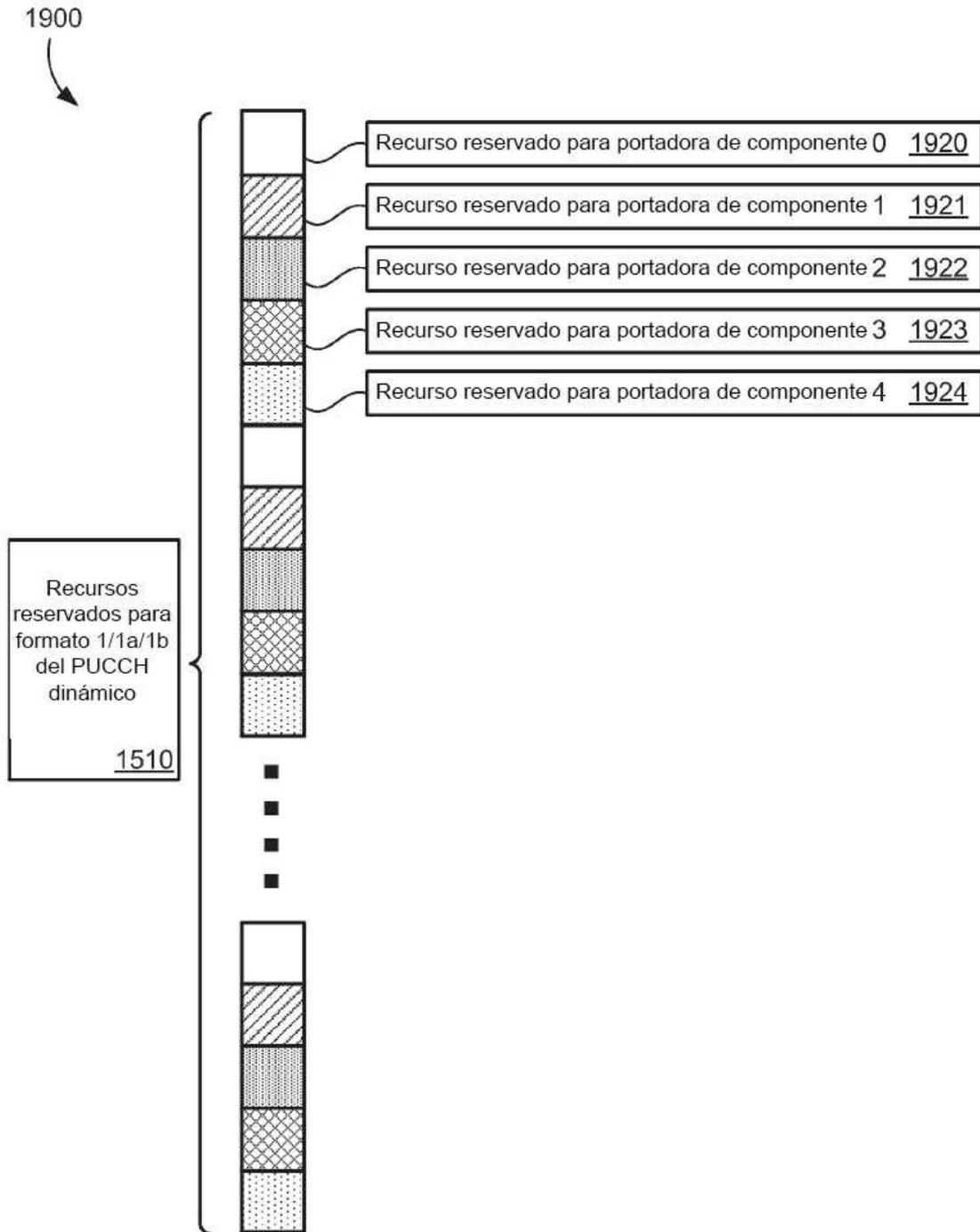


Figura 19

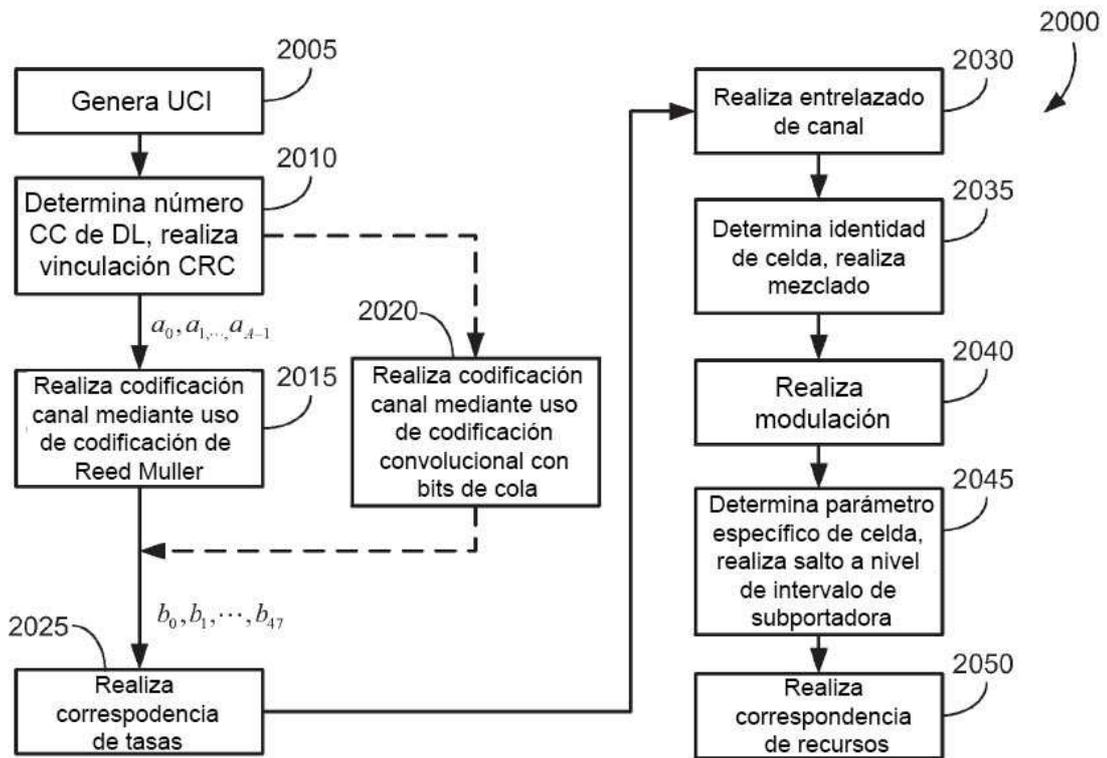


Figura 20

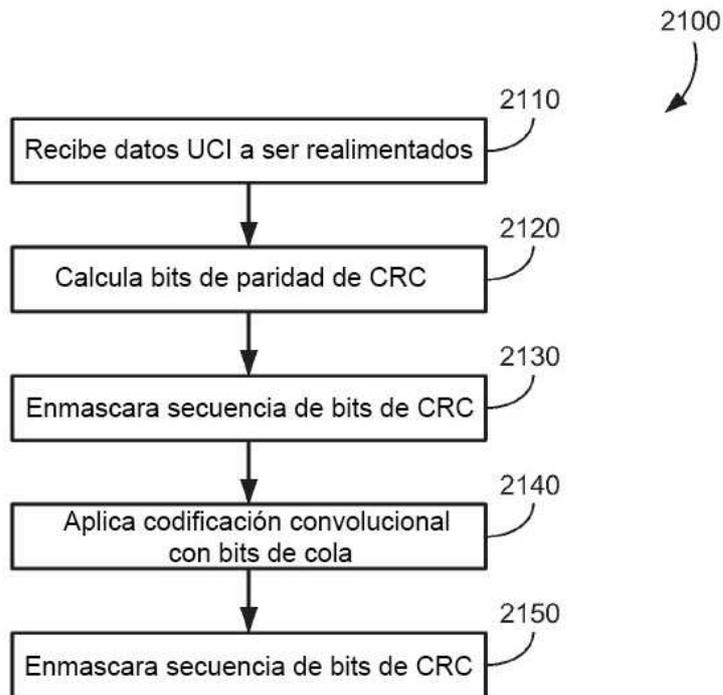


Figura 21

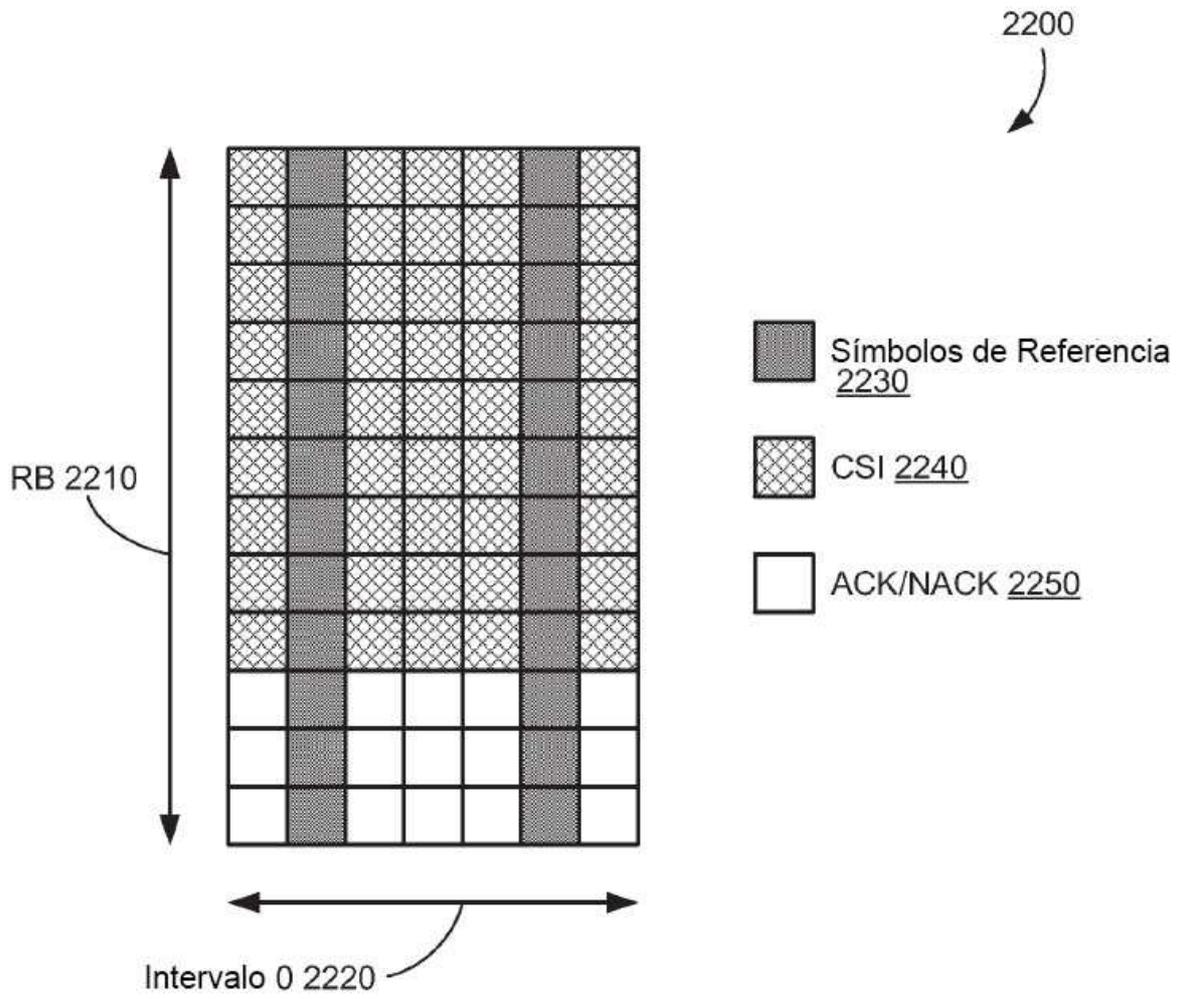


Figura 22

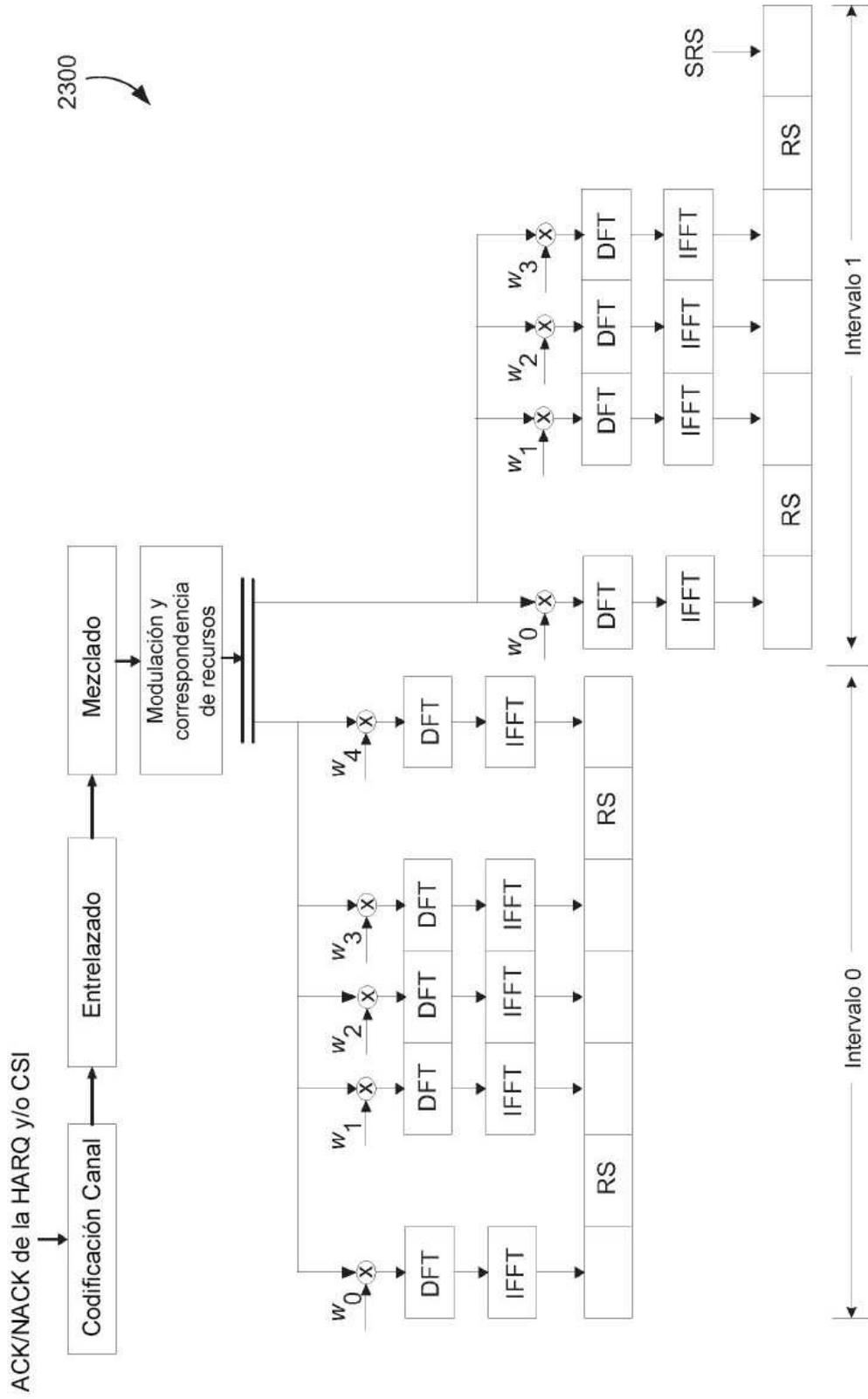


Figura 23

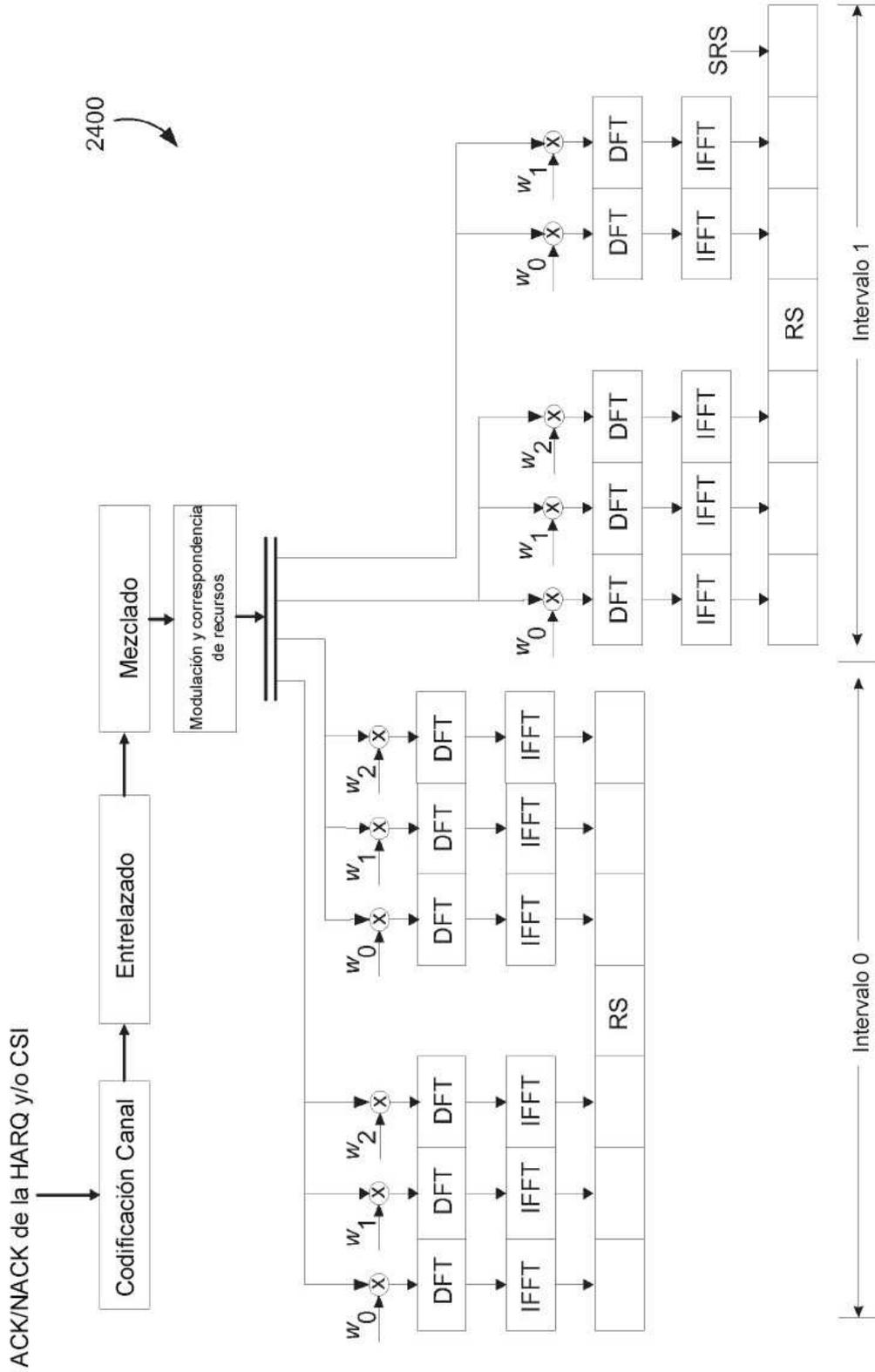


Figura 24

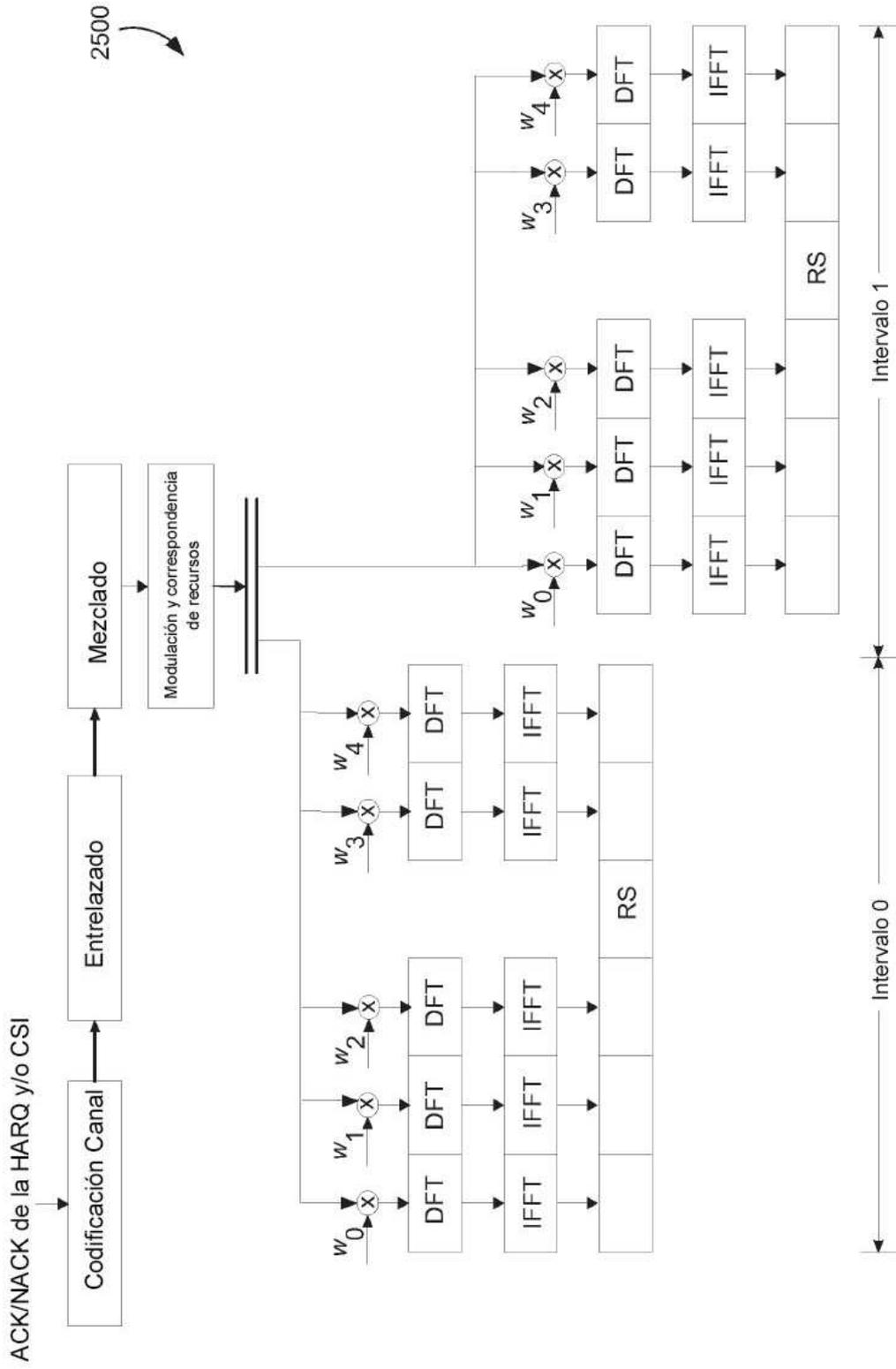


Figura 25

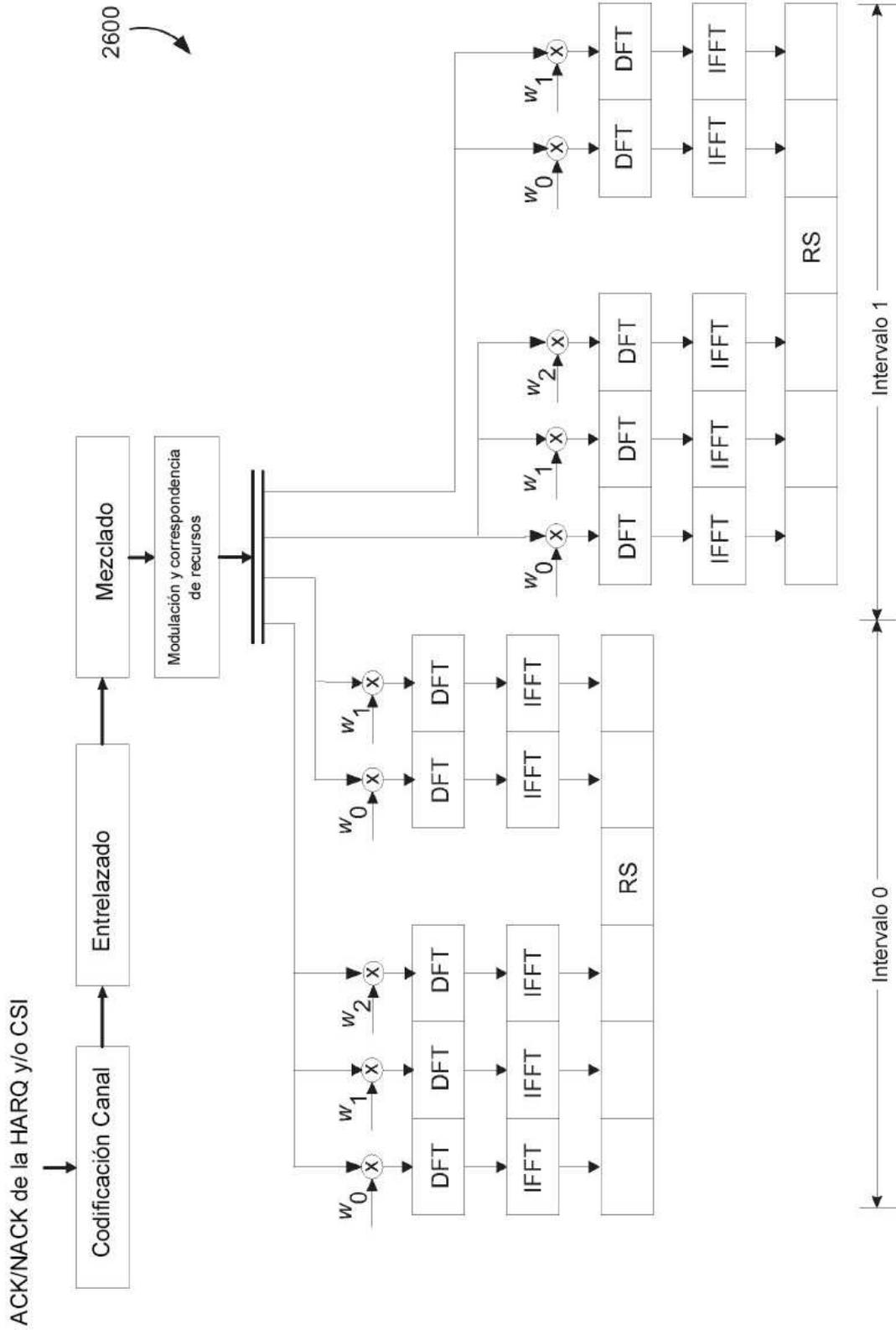


Figura 26

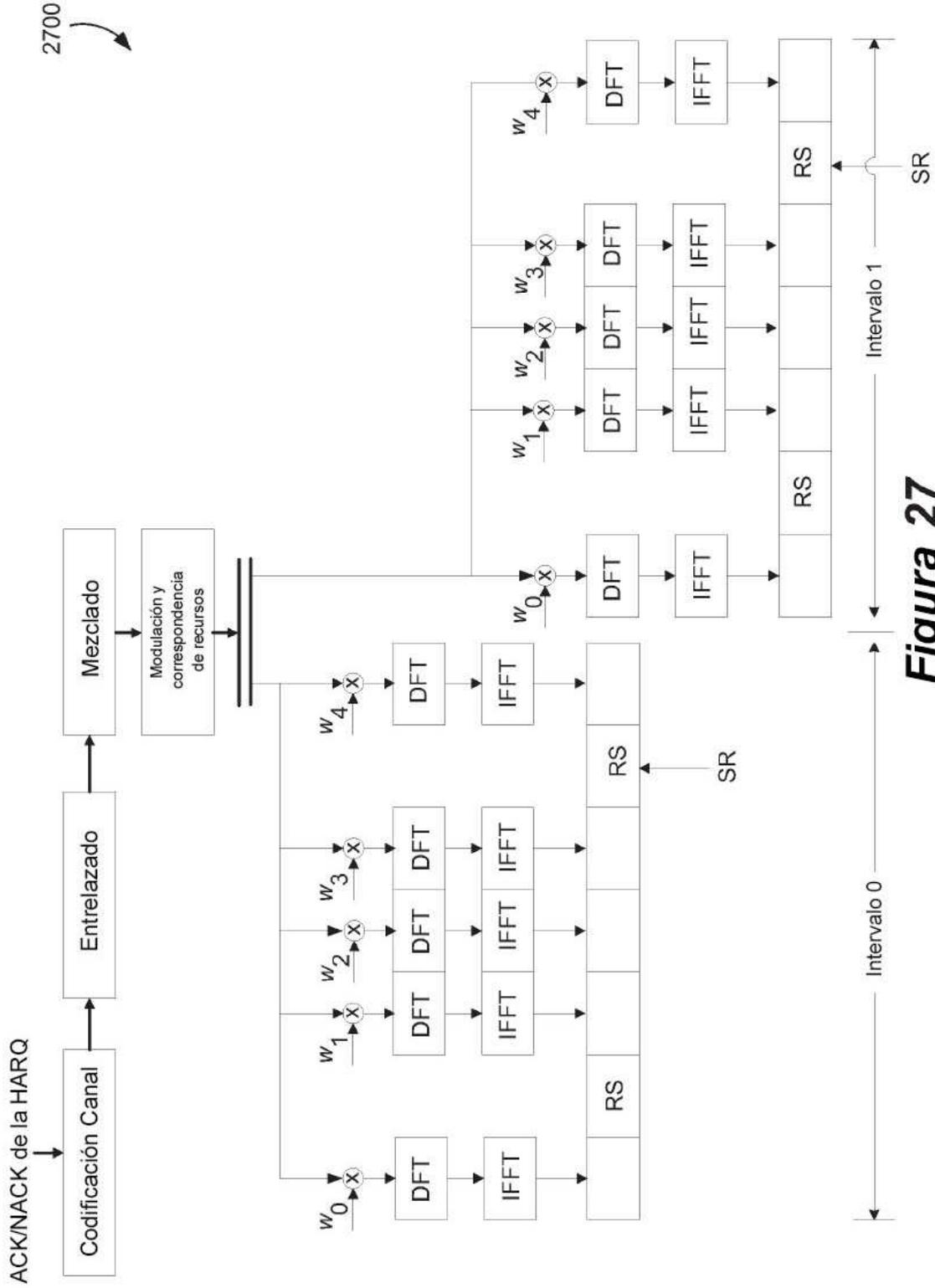


Figura 27

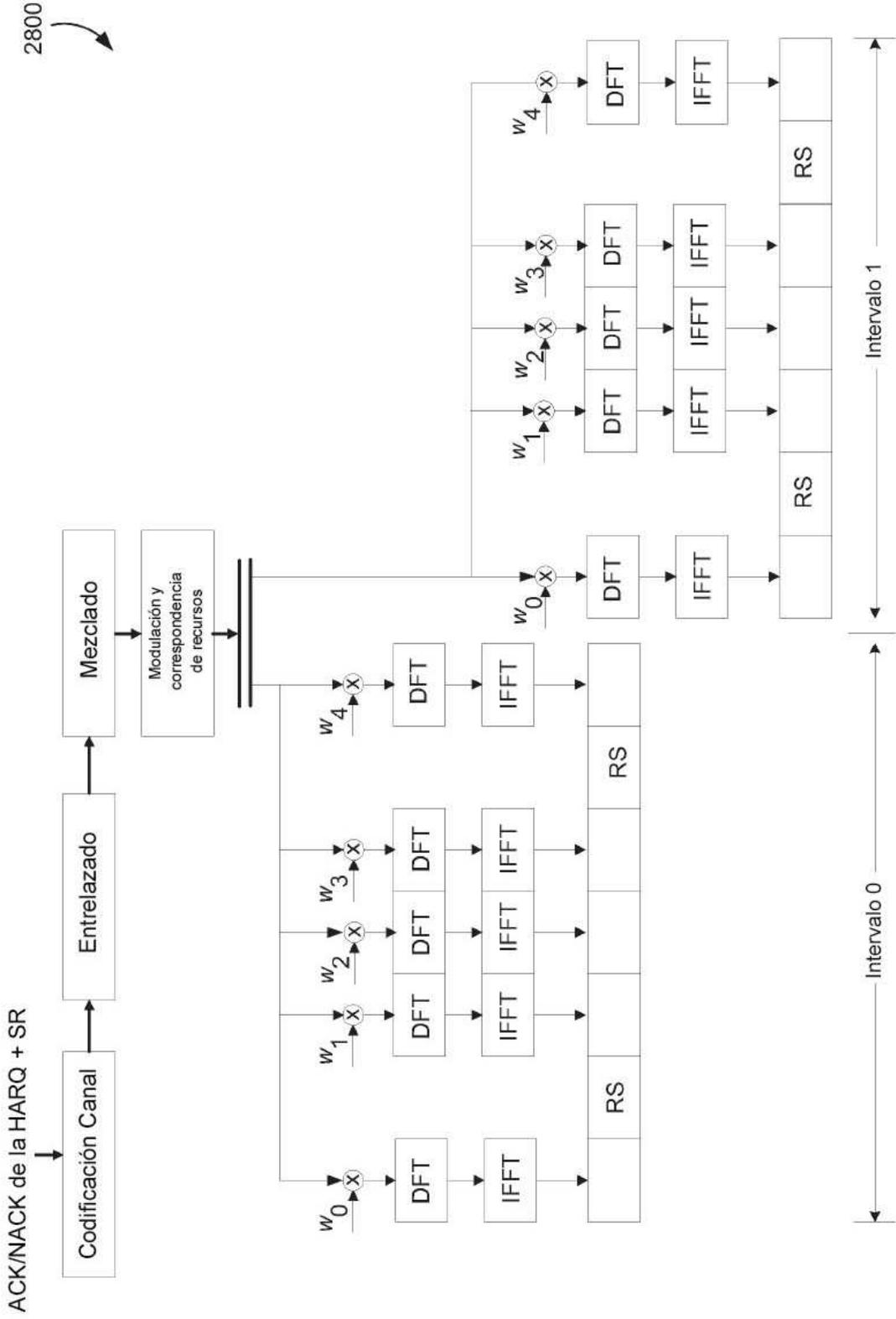


Figura 28