

RETROALIMENTACIÓN HARQ-ACK PARA MTC

Solicitudes relacionadas

[0001] La presente solicitud reivindica el beneficio de la solicitud de patente provisional, número de serie 62/476,424, presentada el 24 de marzo de 2017, cuya descripción se incorpora a la presente en su totalidad por su sola mención.

Campo técnico

[0002] Evolución de largo plazo (LTE), Comunicación de tipo de máquina (MTC), Solicitud de repetición automática híbrida (HARQ)

Antecedentes

Comunicación de tipo de máquina (MTC)

[0003] La norma Evolución de largo plazo (LTE) Release 13 presenta un tipo de dispositivo de Equipo de usuario (UE) de ancho de banda reducido y baja complejidad (BL) en la forma de una nueva categoría de UE M1 (Cat-M1). En comparación con las categorías anteriores de UE de LTE, la Cat-M1 está asociada con requisitos de rendimiento menos exigentes a fin de posibilitar instrumentaciones de dispositivos de bajo costo con menor consumo de energía y características adecuadas para muchas aplicaciones de MTC. La Cat-M1 se define en [1]. En comparación con las categorías de UE de LTE más altas, un UE de Cat-M1 admite un tamaño de bloque de transporte máximo más pequeño (1000 bits) y un ancho de banda de canal máximo también más pequeño (6 Bloques de recursos físicos (PRB)) y puede cumplir con los requisitos de rendimiento estandarizados utilizando una sola antena de recepción. Las transmisiones desde y hacia un UE de Cat-M1 están restringidas a una banda estrecha que abarca 6 PRB [2][3][4].

[0004] La norma LTE Release 13 también presenta dos modos de Mejora de la cobertura (CE) denominados CE modo A y CE modo B. Obsérvese que, en ciertas ocasiones, también se hace referencia en la presente a los modos de CE como “modos de cobertura mejorada”; no obstante, los términos utilizados en la presente son sinónimos. La mejora de la cobertura en estos modos de CE se logra principalmente mediante la repetición de subtrama de los canales físicos de LTE, tales como el Canal físico compartido del enlace ascendente (PUSCH). CE modo A admite una moderada mejora de la cobertura mediante una cantidad reducida de repeticiones de subtrama para el canal PUSCH y otros canales físicos, mientras que CE modo B admite una gran CE mediante numerosas repeticiones de subtrama para el canal PUSCH y otros canales físicos. Se hace referencia a los UE que operan en el modo CE como UE CE [2][3][4].

Retroalimentación de acuse de recibo (ACK)

de solicitud de repetición automática híbrida de enlace ascendente (HARQ)

[0005] El ítem de trabajo sobre “MTC aún más mejorado para LTE” [5] del 3GPP LTE Release 15 tiene la siguiente finalidad para el ítem de trabajo de MTC para los UE BL y CE:

- Reducción del consumo de energía para los canales físicos
 - Estudiar y, en caso de encontrarse ventajoso para el modo conectado, especificar la señal/canal físico / Información de control de enlace descendente (DCI) para la retroalimentación HARQ-ACK en el enlace descendente para la transmisión de datos en el enlace ascendente.

[0006] La operación del HARQ en el enlace ascendente para los UE BL/CE es asíncrona [6] y no hay ninguna retroalimentación HARQ-ACK explícita

positiva enviada desde el Nodo B mejorado o evolucionado (eNB) para avisarle al UE si una transmisión de datos de enlace ascendente en el canal PUSCH se recibió correctamente o no.

[0007] Cuando el tráfico de enlace ascendente es relativamente frecuente, el UE recibe una retroalimentación HARQ-ACK positiva implícita para la transmisión de datos de enlace ascendente anterior cuando se la programa con una nueva transmisión de datos de enlace ascendente utilizando el mismo proceso HARQ de PUSCH con el bit de Indicador de datos nuevos (NDI) activado.

[0008] No obstante, cuando el tráfico de enlace ascendente es relativamente poco frecuente, el UE puede no recibir ninguna retroalimentación HARQ-ACK positiva implícita para una transmisión de datos de enlace ascendente ya que no hay ninguna transmisión de datos de enlace ascendente que siga inmediatamente después con el bit NDI activado. El UE esperará hasta que transcurra el tiempo definido por un temporizador de retransmisión HARQ de enlace ascendente de capa superior, hecho que podría demorar mucho en comparación con la escala temporal de los procedimientos de capa física.

[0009] Esto significa que el UE puede tener que mantener sus circuitos de receptor accionados cuando, de hecho, los podría haber cerrado antes si hubiera podido recibir una retroalimentación HARQ-ACK positiva del eNB para avisarle al UE que no debe permanecer activado para recibir posibles retransmisiones de HARQ. Esto permitiría que el UE se desactivara antes cuando se lo configura con el funcionamiento Recepción discontinua (DRX) en el modo conectado de Control de recurso de radio (RRC), y también cuando se

retira el UE del modo conectado de RRC y se lo pone en modo de reposo de RRC debiendo permanecer activado el tiempo suficiente para asegurar que el eNB haya recibido el acuse de recibo ACK del Control de enlace de radio (RLC) enviado en el enlace ascendente en respuesta al mensaje de retiro enviado en el enlace descendente.

[0010] |La adición de señalización de retroalimentación HARQ-ACK de enlace ascendente en el enlace descendente puede traer aparejada una sobrecarga de señalización de control de enlace descendente estática adicional y/o una cobertura reducida para la DCI. Por lo tanto, se precisan sistemas y métodos que aborden este problema.

Resumen

[0011] Se describen sistemas y métodos para la señalización eficiente del Acuse de recibo de una solicitud de repetición automática híbrida (HARQ-ACK) para una transmisión de datos de enlace ascendente. En ciertas formas de realización, un método para la señalización de la retroalimentación HARQ-ACK para una transmisión de datos de enlace ascendente enviada desde un dispositivo inalámbrico a un nodo de red de radio comprende obtener la retroalimentación HARQ-ACK para la transmisión de datos de enlace ascendente, codificar la retroalimentación HARQ-ACK obtenida en una combinación de bits no utilizada de un campo en un canal de control de enlace descendente y transmitir el canal de control de enlace descendente al dispositivo inalámbrico. Ciertas formas de realización de la presente descripción permiten el ahorro de energía por parte del dispositivo inalámbrico utilizando la retroalimentación HARQ-ACK positiva sin aumentar la sobrecarga de señalización de control de enlace descendente estática

adicional y sin reducir la cobertura para la Información de control de enlace descendente (DCI).

[0012] En ciertas formas de realización, el dispositivo inalámbrico está configurado para operar en modo de mejora de cobertura. En ciertas formas de realización, el dispositivo inalámbrico es un dispositivo de equipo de usuario (UE) de baja complejidad con ancho de banda reducido (BL).

[0013] En ciertas formas de realización, el campo es un campo en una porción de concesión del enlace ascendente del canal de control de enlace descendente. En ciertas formas de realización, el campo es un campo de índice de modulación y codificación (MCS). Adicionalmente, en ciertas formas de realización una pluralidad de combinaciones de bits para el campo de índice de MCS quedan sin utilizar para la indicación de MCS en el dispositivo inalámbrico, y la combinación de bits no utilizada es solo una de la pluralidad de combinaciones de bits predefinidas como indicación de un HARQ-ACK positivo para un proceso HARQ de enlace ascendente específico relacionado con la transmisión de datos de enlace ascendente. En ciertas otras formas de realización, una pluralidad de combinaciones de bits para el campo de índice de MCS quedan sin utilizar para la indicación de MCS en el dispositivo inalámbrico, y la combinación de bits no utilizada es solo una de la pluralidad de combinaciones de bits predefinidas como indicación de un HARQ-ACK positivo para todos los procesos HARQ de enlace ascendente incluso un proceso HARQ de enlace ascendente específico relacionado con la transmisión de datos de enlace ascendente.

[0014] En ciertas formas de realización, el campo es un campo de asignación de bloques de recursos. Adicionalmente, en ciertas formas de

realización una pluralidad de combinaciones de bits para el campo de asignación de bloques de recursos queda sin utilizar en la asignación de bloques de recursos para el dispositivo inalámbrico, y la combinación de bit no utilizada es solo una de la pluralidad de combinaciones de bits predefinidas como indicación de un HARQ-ACK positivo para un proceso HARQ de enlace ascendente específico relacionado con la transmisión de datos de enlace ascendente. En ciertas otras formas de realización, una pluralidad de combinaciones de bits para el campo de asignación de bloques de recursos quedan sin utilizar en la asignación de bloques de recursos para el dispositivo inalámbrico, y la combinación de bits no utilizada es solo una de la pluralidad de combinaciones de bits predefinidas como indicación de un HARQ-ACK positivo para todos los procesos HARQ de enlace ascendente incluso un proceso HARQ de enlace ascendente específico relacionado con la transmisión de datos de enlace ascendente.

[0015] En ciertas formas de realización, obtener la retroalimentación HARQ-ACK para la transmisión de datos de enlace ascendente comprende tratar de decodificar la transmisión de datos de enlace ascendente desde el dispositivo inalámbrico y definir la retroalimentación HARQ-ACK para que sea un ACK positivo o un NACK sobre la base del resultado del intento de decodificar la transmisión de datos de enlace ascendente.

[0016] En ciertas formas de realización, el método es realizado por un nodo de red. En ciertas formas de realización, el nodo de red es un nodo de acceso de radio.

[0017] También se describen formas de realización de un nodo de red. En ciertas formas de realización, un nodo de red para la señalización de la

retroalimentación HARQ-ACK para una transmisión de datos de enlace ascendente enviada desde un dispositivo inalámbrico a un nodo de red de radio se adapta para obtener la retroalimentación HARQ-ACK para la transmisión de datos de enlace ascendente, codificar la retroalimentación HARQ-ACK obtenida en una combinación de bits no utilizada de un campo en un canal de control de enlace descendente y transmitir el canal de control de enlace descendente al dispositivo inalámbrico.

[0018] En ciertas formas de realización, un nodo de red para la señalización de la retroalimentación HARQ-ACK para una transmisión de datos de enlace ascendente enviada desde un dispositivo inalámbrico a un nodo de red de radio comprende uno o más procesadores y memorias que comprenden instrucciones ejecutables por el uno o más procesadores donde el nodo de red es accionable para obtener la retroalimentación HARQ-ACK para la transmisión de datos de enlace ascendente, codificar la retroalimentación HARQ-ACK obtenida en una combinación de bits no utilizada de un campo en un canal de control de enlace descendente y transmitir el canal de control de enlace descendente al dispositivo inalámbrico.

[0019] También se describen formas de realización de un dispositivo inalámbrico. En ciertas formas de realización, un método de operación de un dispositivo inalámbrico para realizar un procedimiento HARQ de enlace ascendente para una transmisión de datos de enlace ascendente enviada desde el dispositivo inalámbrico a un nodo de red de radio comprende transmitir una transmisión de datos de enlace ascendente al nodo de acceso de radio, monitorear en busca de un canal de control de enlace descendente, decodificar el canal de control de enlace descendente al detectar un canal de

control de enlace descendente, determinar si una retroalimentación HARQ-ACK positiva se codifica en una combinación de bits no utilizada de un campo en el canal de control de enlace descendente e ingresar en el modo de inactividad al determinarse que una retroalimentación HARQ-ACK positiva está codificada en una combinación de bits no utilizada de un campo en el canal de control de enlace descendente.

[0020] En ciertas formas de realización, el dispositivo inalámbrico está configurado para operar en modo de mejora de cobertura. En ciertas formas de realización, el dispositivo inalámbrico es un UE BL.

[0021] En ciertas formas de realización, el campo es un campo en una porción de concesión de enlace ascendente del canal de control de enlace descendente. En ciertas formas de realización, el campo es un campo de índice de MCS. En ciertas formas de realización, una pluralidad de combinaciones de bits para el campo de índice de MCS quedan sin utilizar para la indicación de MCS del dispositivo inalámbrico, y la combinación de bits no utilizada es solo una de la pluralidad de combinaciones de bits predefinidas como indicación de un HARQ-ACK positivo para un proceso HARQ de enlace ascendente específico relacionado con la transmisión de datos de enlace ascendente. En ciertas formas de realización, una pluralidad de combinaciones de bits para el campo de índice de MCS quedan sin utilizar para la indicación de MCS en el dispositivo inalámbrico, y la combinación de bits no utilizada es solo una de la pluralidad de combinaciones de bits predefinidas como indicación de un HARQ-ACK positivo para todos los procesos HARQ de enlace ascendente incluso un proceso HARQ de enlace ascendente específico relacionado con la transmisión de datos de enlace ascendente.

[0022] En ciertas formas de realización, el campo es un campo de asignación de bloques de recursos. En ciertas formas de realización, una pluralidad de combinaciones de bits para el campo de asignación de bloques de recursos queda sin utilizar en la asignación de bloques de recursos para el dispositivo inalámbrico, y la combinación de bits no utilizada es solo una de la pluralidad de combinaciones de bits predefinidas como una indicación de un HARQ-ACK positivo para un proceso HARQ de enlace ascendente específico relacionado con la transmisión de datos de enlace ascendente. En ciertas formas de realización, una pluralidad de combinaciones de bits para el campo de asignación de bloques de recursos quedan sin utilizar en la asignación de bloques de recursos para el dispositivo inalámbrico, y la combinación de bits no utilizada es solo una de la pluralidad de combinaciones de bits predefinidas como indicación de un HARQ-ACK positivo para todos los procesos HARQ de enlace ascendente incluso un proceso HARQ de enlace ascendente específico relacionado con la transmisión de datos de enlace ascendente.

[0023] También se describen formas de realización de un dispositivo inalámbrico. En ciertas formas de realización, un dispositivo inalámbrico para realizar un procedimiento HARQ de enlace ascendente para una transmisión de datos de enlace ascendente enviada desde el dispositivo inalámbrico a un nodo de red de radio se adapta para transmitir una transmisión de datos de enlace ascendente al nodo de acceso de radio, monitorear el sistema en busca de un canal de control de enlace descendente, decodificar el canal de control de enlace descendente al detectar un canal de control de enlace descendente, determinar si una retroalimentación HARQ-ACK positiva se codifica en una combinación de bits no utilizada de un campo en el canal de control de enlace

descendente e ingresar en el modo de inactividad al determinarse que una retroalimentación HARQ-ACK positiva está codificada en una combinación de bits no utilizada de un campo en el canal de control de enlace descendente.

[0024] En ciertas formas de realización, un dispositivo inalámbrico para realizar un procedimiento HARQ de enlace ascendente para una transmisión de datos de enlace ascendente enviada desde el dispositivo inalámbrico a un nodo de red de radio comprende al menos uno o más procesadores y memoria que comprenden instrucciones ejecutables por el al menos uno o más procesadores donde el dispositivo inalámbrico es accionable para realizar una transmisión de datos de enlace ascendente al nodo de acceso de radio, monitorear el sistema en busca de un canal de control de enlace descendente, decodificar el canal de control de enlace descendente al detectar un canal de control de enlace descendente, determinar si una retroalimentación HARQ-ACK positiva se codifica en una combinación de bits no utilizada de un campo en el canal de control de enlace descendente e ingresar en el modo de inactividad al determinarse que una retroalimentación HARQ-ACK positiva está codificada en una combinación de bits no utilizada de un campo en el canal de control de enlace descendente.

Breve descripción de los dibujos

[0025] Los dibujos y figuras incorporados y que forman parte de esta especificación ilustran diversos aspectos de ésta y junto con la descripción sirven para explicar los principios de la misma.

[0026] La Figura 1 ilustra un ejemplo de una red de comunicaciones celulares en la que pueden implementarse las formas de realización de la presente descripción;

[0027] La Figura 2 es un diagrama de flujo que ilustra el funcionamiento de un nodo de red (por ejemplo, un nodo de acceso de radio) de acuerdo con una o más formas de realización de la presente descripción;

[0028] La Figura 3 muestra el comportamiento de las normas Evolución de largo plazo (LTE) Release 13/14 para los dispositivos de equipos de usuario (UE) de baja complejidad y ancho de banda reducido (BL) / mejora de cobertura (CE);

[0029] La Figura 4 muestra el comportamiento de los UE de BL/CE de acuerdo con las formas de realización de la presente descripción;

[0030] La Figura 5 muestra un ejemplo de programación de conformidad con ciertas formas de realización de la presente descripción;

[0031] Las Figuras 6 y 7 ilustran formas de realización de ejemplo de un dispositivo inalámbrico; y

[0032] Las Figuras 8 a 10 ilustran formas de realización de ejemplo de un nodo de red.

Descripción detallada

[0033] Las formas de realización descritas a continuación contienen información que permitirá a los expertos en el arte poner en práctica dichas formas de realización e ilustran la mejor manera de hacerlo. A leer la siguiente descripción a la luz de las figuras y dibujos que la acompañan, los expertos en el arte comprenderán los conceptos de la presente descripción y reconocerán otras aplicaciones de estos conceptos no descritos explícitamente aquí. Deberá comprenderse que estos conceptos y aplicaciones se encuentran abarcados dentro del alcance de la presente descripción.

[0034] Nodo de radio: tal como se utiliza el término en la presente, un “nodo de radio” es un nodo de acceso de radio o un dispositivo inalámbrico.

[0035] Nodo de acceso de radio: tal como se utiliza el término en la presente, un “nodo de acceso de radio” o “nodo de red de radio” es cualquier nodo en una red de acceso de radio de una red de comunicaciones celulares que funciona para transmitir y/o recibir señales de forma inalámbrica. Algunos ejemplos de un nodo de acceso de radio incluyen, entre otros, una estación de base (por ejemplo, una estación de base de Nueva radio (NR) (gNB) en una red NR de quinta generación (5G) del Proyecto asociado de tercera generación (3GPP o un Nodo B mejorado o evolucionado (eNB) en una red 3GPP LTE), una estación de alta potencia o macro estación de base, una estación de base de baja potencia (por ejemplo, una micro estación de base, una estación base pico, un eNB de origen, o similares) y un nodo de retransmisión.

[0036] Nodo de red medular: tal como se utiliza el término en la presente, un “nodo de red medular” es cualquier tipo de nodo en una red medular. Algunos ejemplos de un nodo de red medular incluyen, por ejemplo, una Entidad de gestión de movilidad (MME), una Pasarela de red de datos por paquetes (P-GW), una Función de exposición de capacidad de servicio (SCEF), o similar.

[0037] Dispositivo inalámbrico: tal como se utiliza el término en la presente, un “dispositivo inalámbrico” es cualquier tipo de dispositivo que tiene acceso (es decir, cuenta con servicio de) una red de comunicaciones celulares que transmite o recibe de forma inalámbrica señales a o de uno o más nodos de acceso de radio. Algunos ejemplos de un dispositivo inalámbrico incluyen,

entre otros, un dispositivo de Equipo de usuario (UE) en una red 3GPP y un dispositivo de Comunicación de tipo de máquina (MTC).

[0038] Nodo de red: tal como se utiliza el término en la presente, un “nodo de red” es cualquier nodo que forme parte de una red de acceso de radio o de la red medular de una red/sistema de comunicaciones celulares.

[0039] Obsérvese que la descripción brindada se centra en un sistema de comunicaciones celulares 3GPP, y como tal, la terminología 3GPP o terminología similar a la 3GPP se utiliza con frecuencia. No obstante, los conceptos descritos en la presente no están limitados exclusivamente a un sistema 3GPP.

[0040] Obsérvese que, en la descripción de la presente, se puede hacer referencia al término “célula”; sin embargo, en particular con respecto a los conceptos de 5G NR, pueden usarse haces en lugar de células y, como tal, es importante advertir que los conceptos descritos en la presente son aplicables de igual modo a células y haces.

[0041] La incorporación de la señalización de una retroalimentación del acuse de recibo de una solicitud de repetición automática híbrida (HARQ-ACK) de enlace ascendente en el enlace descendente puede traer aparejada una sobrecarga de señalización de control de enlace descendente estática adicional y/o una cobertura reducida para la Información de control de enlace descendente (DCI). En la presente se describen sistemas y métodos para solucionar este problema. En particular, se describen sistemas y métodos para proporcionar una retroalimentación HARQ-ACK para una transmisión de datos de enlace ascendente sin añadir una sobrecarga de señalización de control de enlace descendente estática adicional codificando la

retroalimentación HARQ-ACK en combinaciones de bits sin utilizar de un campo en una concesión de enlace ascendente en una DCI. Ciertas formas de realización de la presente descripción permiten que el UE ahorre energía utilizando la retroalimentación HARQ-ACK positiva sin aumentar la sobrecarga de señalización de control de enlace descendente estática adicional y sin reducir la cobertura para la DCI.

[0042] La Figura 1 ilustra un ejemplo de una red de comunicaciones celulares 10 (por ejemplo, una red de Evolución de largo plazo (LTE) (por ejemplo, LTE Avanzada (LTE-A), LTE-Pro, o alguna versión mejorada de LTE) o una red 5G NR) en la cual pueden implementarse formas de realización de la presente descripción. Tal como se ha ilustrado, una cantidad de dispositivos inalámbricos 12 (por ejemplo, diversas UE o UE de ancho de banda reducido y baja complejidad (BL) / UE de mejora de cobertura (CE)) transmiten y reciben de forma inalámbrica señales de nodos de acceso de radio 14 (por ejemplo, eNB o gNB, que son una estación de base 5G NR), y cada una de ellas presta servicio a una o más células 16. Los nodos de acceso de radio 14 están conectados a una red medular 18.

[0043] Durante la operación, los nodos de acceso de radio 14 y los dispositivos inalámbricos 12 operan de conformidad con un procedimiento HARQ de enlace ascendente. De acuerdo con formas de realización de la presente descripción, un nodo de acceso de radio 14 envía una retroalimentación HARQ-ACK de enlace ascendente (por ejemplo, un HARQ ACK positivo) a un dispositivo inalámbrico 12 codificando la retroalimentación HARQ-ACK de enlace ascendente en los bits sin utilizar de un canal de control de enlace descendente. En ciertas formas de realización particulares, el nodo

de acceso de radio 14 codifica la retroalimentación HARQ-ACK de enlace ascendente en una combinación de bits no utilizados de una concesión de enlace ascendente de un canal de control de enlace descendente transmitida al dispositivo inalámbrico 12. Para un UE BL/CE que funciona en CE modo A, la retroalimentación HARQ-ACK de enlace ascendente está codificada en una combinación de bits sin utilizar de un campo de asignación de bloques de recursos de una concesión de enlace ascendente en el canal de control de enlace descendente. Para un UE BL/CE que funciona en CE modo B, la retroalimentación HARQ-ACK de enlace ascendente está codificada en una combinación de bits sin utilizar de un campo de índice de esquema de modulación y codificación (MCS) de una concesión de enlace ascendente en el canal de control de enlace descendente. El dispositivo inalámbrico 12 monitorea el proceso en busca del canal de enlace descendente que incluye el HARQ-ACK de enlace ascendente codificado en la combinación de bits sin utilizar. Al recibir el HARQ-ACK de enlace ascendente, el dispositivo inalámbrico 12 puede, por ejemplo, ingresar al modo de inactividad en ese punto en lugar de, por ejemplo, aguardar hasta que expire un temporizador preconfigurado de HARQ.

[0044] La Figura 2 es un diagrama de flujo que ilustra el funcionamiento de un nodo de red (por ejemplo, un nodo de acceso de radio 14) de acuerdo con algunas formas de realización de la presente descripción. Tal como se ilustra, el nodo de red obtiene una retroalimentación HARQ-ACK para una transmisión de datos de enlace ascendente enviada desde un dispositivo inalámbrico 12 (paso 100). Por ejemplo, si el nodo de red es un nodo de acceso de radio 14, el nodo de acceso de radio 14 puede realizar el intento de decodificar la

transmisión de enlace ascendente desde el dispositivo inalámbrico 12. Si el nodo de acceso de radio 14 puede decodificar correctamente la transmisión de enlace ascendente, el nodo de acceso de radio 14 determina que se debe transmitir un HARQ-ACK (es decir, un ACK) positivo. El nodo de red codifica la retroalimentación HARQ-ACK en una combinación de bits sin utilizar de un campo en un canal de control de enlace descendente (por ejemplo, en una combinación de bits sin utilizar de un campo en una porción de concesión de enlace ascendente de un canal de control de enlace descendente) (paso 102). Tal como se describe a continuación, el campo particular utilizado puede variar según, por ejemplo, el modo de CE. El nodo de red luego transmite el canal de control de enlace descendente al dispositivo inalámbrico 12 (paso 104).

[0045] A continuación, se proporcionan detalles adicionales para formas de realización en las que el dispositivo inalámbrico 12 es un UE BL/CE en CE modo A y formas de realización en las que el dispositivo inalámbrico 12 es un UE BL/CE en CE modo B.

[0046] Para los UE BL/CE, se programan las concesiones de enlace ascendente utilizando el formato de DCI 6-0A en CE modo A [3]. Un campo de asignación de bloques de recursos en la DCI indica la asignación de Bloques de recursos físicos (PRB) del Canal físico compartido del enlace ascendente (PUSCH).. El campo consta de {5, 6, 7, 8, 9, 9} bits para un ancho de banda del sistema de {1,4, 3, 5, 10, 15, 20} megahertzios (MHz). En CE modo B, se utilizan todas las combinaciones de bits posibles, pero en CE modo A, solo se utilizan algunas combinaciones de bits posibles [4][5]. Para todas las configuraciones posibles, al menos 11 valores no se utilizan en CE modo A, como se ilustra en la Tabla 1.

Ancho de banda máximo configurado del canal PUSCH	Ancho de banda del sistema	Cantidad de valores sin utilizar en el campo de asignación de bloques de recursos en DCI formato 6-0A
1,4 MHz	1,4 MHz	11
	3 MHz	$2 * 11 = 22$
	5 MHz	$4 * 11 = 44$
	10 MHz	$8 * 11 = 88$
	15 MHz	$16 * 11 = 176$
	20 MHz	$16 * 11 = 176$
5 MHz	1,4 MHz	$11 - 0 = 11$
	3 MHz	$22 - 3 = 19$
	5 MHz	$44 - 19 = 25$
	10 MHz	$88 - 59 = 29$
	15 MHz	$176 - 99 = 77$
	20 MHz	$176 - 139 = 37$

Tabla 1: Índices de asignación de recursos PUSCH en CE modo A

[0047] Algunos de estos al menos 11 valores sin utilizar podrían usarse para indicar una retroalimentación HARQ-ACK de enlace ascendente para los hasta ocho procesos HARQ de enlace ascendente disponibles en CE modo B de acuerdo con la Tabla 2. No obstante, la Table 2 es solo un ejemplo.

Valor	Significado
Valor no utilizado 1	HARQ-ACK positivo para el proceso UL HARQ N. ^o 0
Valor no utilizado 2	HARQ-ACK positivo para el proceso UL HARQ N. ^o 1
Valor no utilizado 3	HARQ-ACK positivo para el proceso UL HARQ N. ^o 2
Valor no utilizado 4	HARQ-ACK positivo para el proceso UL HARQ N. ^o 3
Valor no utilizado 5	HARQ-ACK positivo para el proceso UL HARQ N. ^o 4
Valor no utilizado 6	HARQ-ACK positivo para el proceso UL HARQ N. ^o 5
Valor no utilizado 7	HARQ-ACK positivo para el proceso UL HARQ N. ^o 6
Valor no utilizado 8	HARQ-ACK positivo para el proceso UL HARQ N. ^o 7
Valor no utilizado 9	HARQ-ACK positivo para todos los procesos UL HARQ

Tabla 2: Retroalimentación HARQ-ACK de enlace ascendente en CE modo A

[0048] Para los UE BL/CE, se programan las concesiones de enlace ascendente utilizando la DCI formato 6-0B en CE modo A [3]. Un índice de MCS se indica mediante un campo de 4 bits. El índice de MCS se utiliza para determinar el orden de modulación y el índice de tamaño del bloque de transporte (TBS). En CE modo A, se utilizan todos los índices de MCS. No

obstante, para CE modo B, los índices de MCS mayores de 10 no se usan [4]; esto significa que cinco valores no se usan en CE modo B, como se ilustra en la Tabla 3.

Índice de MCS	Orden de modulación	Índice de TBS
0	2	0
1	2	1
2	2	2
3	2	3
4	2	4
5	2	5
6	2	6
7	2	7
8	2	8
9	2	9
10	2	10
11	No se utilizan en CE modo B	
12		
13		
14		
15		

Tabla 3: Índices de MCS de PUSCH en CE modo B

[0049] Algunos de estos cinco valores sin utilizar podrían usarse para indicar una retroalimentación HARQ-ACK de enlace ascendente para los hasta

dos procesos HARQ de enlace ascendente disponibles en CE modo B de acuerdo con la Tabla 4. No obstante, la Tabla 4 es sólo un ejemplo.

Índice de MCS	Orden de modulación	Índice de TBS
0	2	0
1	2	1
2	2	2
3	2	3
4	2	4
5	2	5
6	2	6
7	2	7
8	2	8
9	2	9
10	2	10
11	HARQ-ACK positivo para el proceso UL HARQ N.º 0	
12	HARQ-ACK positivo para el proceso UL HARQ N.º 1	
13	HARQ-ACK positivo para todos los procesos UL HARQ	
14	No se utilizan en CE modo B	
15		

Tabla 4: Retroalimentación HARQ-ACK de enlace ascendente en CE modo B

[0050] La Figura 3 es un diagrama de flujo que ilustra la operación de un UE BL/CE convencional en LTE Release 13/14. Tal como se ha ilustrado, el UE decodifica una concesión de enlace ascendente contenida en la DCI transmitida en un canal de control de enlace descendente (paso 200). El UE

transmite los datos de enlace ascendente de conformidad con la concesión de enlace ascendente (paso 202). Luego el UE monitorea el sistema para la DCI (por ejemplo, lo monitorea en busca de un nuevo canal de control de enlace descendente) (paso 204) y determina si la DCI se ha detectado (paso 206). Si esto sucede, el proceso vuelve al paso 200 y se repite. No obstante, si no se detecta la DCI, el UE determina si el temporizador de HARQ preconfigurado ha expirado (paso 208). Si no ha expirado, el proceso vuelve al paso 204. Sin embargo, si el temporizador de HARQ ha expirado y el UE no ha recibido la DCI que contiene una nueva concesión de enlace ascendente, el UE ingresa en el modo de inactividad (paso 210).

[0051] La Figura 4 es un diagrama de flujo que ilustra el funcionamiento de un dispositivo inalámbrico 12 de acuerdo con algunas formas de realización de la presente descripción. Tal como se ha ilustrado, el dispositivo inalámbrico 12 decodifica una concesión de enlace ascendente contenida en la DCI transmitida en un canal de control de enlace descendente (paso 300). El dispositivo inalámbrico 12 transmite los datos de enlace ascendente de conformidad con la concesión de enlace ascendente (paso 302). Luego el dispositivo inalámbrico 12 monitorea el proceso para la DCI (por ejemplo, lo monitorea en busca de un nuevo canal de control de enlace descendente que contiene nueva DCI) (paso 304) y determina si la DCI se ha detectado (paso 306). Si no se detecta la DCI, el dispositivo inalámbrico 12 determina si el temporizador de HARQ preconfigurado ha expirado (paso 308). Si no ha expirado, el proceso vuelve al paso 304. Sin embargo, si el temporizador de HARQ ha expirado y el dispositivo inalámbrico 12 no ha recibido la DCI, el dispositivo inalámbrico 12 entra en modo de inactividad (paso 310).

[0052] Volviendo al paso 306, si se detecta la DCI, el dispositivo inalámbrico 12 decodifica una concesión de enlace ascendente contenida en la DCI (paso 312) y determina si un HARQ-ACK positivo está codificado en la concesión de enlace ascendente utilizando una combinación de bits usada dentro de un campo de concesión del enlace ascendente de acuerdo con ciertas formas de realización de la presente descripción (paso 314). Si es así, el dispositivo inalámbrico 12 ingresa en el modo de inactividad (paso 310). Si no ha expirado, el proceso vuelve al paso 302.

[0053] La Figura 5 muestra un ejemplo de programación de conformidad con ciertas formas de realización de la presente descripción.

[0054] La Figura 6 es un diagrama de bloques esquemático del dispositivo inalámbrico 12 (por ejemplo, un UE) de acuerdo con algunas formas de realización de la presente descripción. Como se ilustra, el dispositivo inalámbrico 12 incluye circuitos 20 que comprenden uno o más procesadores 22 (por ejemplo, Unidades centrales de procesamiento (CPU), circuitos integrados de aplicación específica (ASIC), matrices de compuertas programables en el campo (FPGA), procesadores de señales digitales (DSP) y/o similares) y una memoria 24. El dispositivo inalámbrico 12 también incluye uno o más transceptores 26, cada uno de los cuales incluye uno o más transmisores 28 y uno o más receptores 30 acoplados a una o más antenas 32. En ciertas formas de realización, las funciones del dispositivo inalámbrico 12 descritas anteriormente pueden implementarse en hardware (por ejemplo, a través de hardware dentro de los circuitos 20 y/o dentro del procesador o los procesadores (22) o bien, en una combinación de hardware y software (por ejemplo, implementadas total o parcialmente en el software que, por ejemplo,

esté almacenado en la memoria 24 y sean ejecutadas por el procesador o los procesadores (22).

[0055] En ciertas formas de realización, un programa de computadora que incluye instrucciones que, cuando son ejecutadas por al menos un procesador 22, hace que al menos un procesador 22 lleve a cabo al menos parte de las funciones del dispositivo inalámbrico 12 de acuerdo con cualquiera de las formas de realización descritas en la presente. En ciertas formas de realización, se proporciona una portadora que contiene el programa de computadora mencionado anteriormente. La portadora es una de una señal electrónica, una señal óptica, una señal de radio o un medio de almacenamiento legible por computadora (por ejemplo, un medio legible por computadora no transitorio como ser una memoria).

[0056] La Figura 7 es un diagrama de bloques esquemático del dispositivo inalámbrico 12 (por ejemplo, UE) de acuerdo con algunas otras formas de realización de la presente descripción. El dispositivo inalámbrico 12 incluye uno o más módulos 34, cada uno de los cuales está implementado en software. El o los módulos 34 proporcionan las funciones del dispositivo inalámbrico 12 que se describen en la presente. Por ejemplo, los módulos 34 pueden incluir módulos accionables para realizar las funciones de los pasos 300 a 314 de la Figura 4.

[0057] La Figura 8 es un diagrama de bloques esquemático de un nodo de red 36 (por ejemplo, un nodo de acceso de radio 14 tal como, por ejemplo, un eNB o gNB) o un nodo de red medular de acuerdo con algunas formas de realización de la presente descripción. Tal como se ilustra, el nodo de red 36 incluye un sistema de control 38 que incluye circuitos que comprenden uno o

más procesadores 40 (por ejemplo, CPU, ASIC, DSP, FPGA y / o similares) y una memoria 42. El sistema de control 38 también incluye una interfaz de red 44. En formas de realización en las que el nodo de red 36 es un nodo de acceso de radio 14, el nodo de red 36 también incluye una o más unidades de radio 46 y cada una de ellas incluye uno o más transmisores 48 y uno o más receptores 50 acoplados a una o más antenas 52. En ciertas formas de realización, las funciones del nodo de red 36 descritas anteriormente pueden implementarse total o parcialmente en un software que, por ejemplo, está almacenado en la memoria 42 y es ejecutado por el procesador o los procesadores 40.

[0058] La Figura 9 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra una forma de realización virtualizada del nodo de red 36 (por ejemplo, el nodo de acceso de radio 14 o un nodo de red medular) de acuerdo con algunas formas de realización de la presente descripción. Tal como se usa en la presente descripción, un nodo de red "virtualizado" 36 es un nodo de red 36 en el cual al menos una parte de las funciones del nodo de red 36 se implementan como un componente virtual (por ejemplo, a través de una o más máquinas virtuales que se ejecutan en uno o más nodos de procesamiento físicos en una o en varias redes. Tal como se ilustra, el nodo de red 36 incluye opcionalmente el sistema de control 38, como se describe con respecto a la Figura 8. Además, si el nodo de red 36 es el nodo de acceso de radio 14, el nodo de red 36 también incluye una o más unidades de radio 46, como se describe con respecto a la Figura 8. El sistema de control 38 (si está presente) está conectado a uno o más nodos de procesamiento 54 acoplados o incluidos como parte de una red 56 a través de la interfaz de red 44. Alternativamente, si el sistema de control 38 no está

presente, la una o más unidades de radio 46 (si está o están presentes) están conectadas al uno o más nodos de procesamiento 54 a través de una interfaz o interfaces de red. Alternativamente, todas las funciones del nodo de red 36 descrito en la presente pueden implementarse en los nodos de procesamiento 54. Cada nodo de procesamiento 54 incluye uno o más procesadores 58 (por ejemplo, CPU, ASIC, DSP, FPGA y/o similares), memoria 60 y una interfaz de red 62.

[0059] En este ejemplo, las funciones 64 del nodo de red 36 (por ejemplo, las funciones del nodo de acceso de radio 14) descritas en la presente se implementan en uno o más nodos de procesamiento 54 o se distribuyen a través del sistema de control 38 (si está presente) y el uno o más nodos de procesamiento 54 de cualquier manera deseada. En algunas formas de realización particulares, algunas o todas las funciones 64 del nodo de red 36 descritas en la presente se implementan como componentes virtuales ejecutados por una o más máquinas virtuales implementadas en un entorno o entornos virtuales alojados por el o los nodos de procesamiento 54. Como podrá apreciar un experto en el arte, la señalización o comunicación adicional entre los nodos de procesamiento 54 y el sistema de control 38 (si está presente) o alternativamente la o las unidades de radio 46 (si están presentes) se usa para llevar a cabo al menos algunas de las funciones deseadas. En particular, en ciertas formas de realización, el sistema de control 38 puede no estar incluido, en cuyo caso la o las unidades de radio 46 (si están presentes) se comunican directamente con el o los nodos de procesamiento 54 a través de una o más interfaces de red apropiadas.

[0060] En ciertas formas de realización particulares, las funciones de las capas superiores (por ejemplo, la capa 3 y superiores y posiblemente parte de la capa 2 de la pila de protocolos) del nodo de red 36 pueden implementarse en el o los nodos de procesamiento 54 como componentes virtuales (es decir, implementados "en la nube"), mientras que las funciones de las capas inferiores (por ejemplo, la capa 1 y posiblemente parte de la capa 2 de la pila de protocolos) pueden implementarse en la o las unidades de radio 46 y posiblemente en el sistema de control 38.

[0061] En ciertas formas de realización, un programa de computadora que incluye instrucciones que, cuando son ejecutadas por el al menos un procesador 40, 58, hace que al menos un procesador 40, 58 lleve a cabo al menos parte de las funciones del nodo de red 54 de acuerdo con cualquiera de las formas de realización descritas en la presente. En ciertas formas de realización, se proporciona una portadora que contiene el programa de computadora mencionado anteriormente. La portadora es una de una señal electrónica, una señal óptica, una señal de radio o un medio de almacenamiento legible por computadora (por ejemplo, un medio legible por computadora no transitorio como ser una memoria 60).

[0062] La Figura 10 es un diagrama de bloques esquemático del nodo de red 36 (por ejemplo, el nodo de acceso de radio 14 o un nodo de acceso modular) de acuerdo con otras formas de realización de la presente descripción. El nodo de red 36 incluye uno o más módulos 66, cada uno de los cuales está implementado en software. El o los módulos 66 proporcionan las funciones del nodo de red 36 descritas en la presente. En ciertas formas de realización, el o los módulos 66 pueden comprender, por ejemplo, un módulo

de obtención accionable para realizar la función del paso 100 de la Figura 2, un módulo de codificación accionable para realizar la función del paso 102 de la Figura 2, y un módulo de transmisión accionable para realizar la función del paso 104 de la Figura 2.

Formas de realización de ejemplo

[0063] Si bien no se limitan exclusivamente a las siguientes, se ofrecen a continuación ciertas formas de realización de ejemplo de la presente descripción.

[0064] Forma de realización 1: Un método para la señalización de la retroalimentación HARQ-ACK para una transmisión de datos de enlace ascendente enviada desde un dispositivo inalámbrico (12) a un nodo de red de radio (14) que comprende: obtener (100) la retroalimentación HARQ-ACK para la transmisión de datos de enlace ascendente; codificar (102) la retroalimentación HARQ-ACK obtenida a una combinación de bits no utilizada de un campo en un canal de control de enlace descendente y transmitir (104) el canal de control de enlace descendente al dispositivo inalámbrico (12).

[0065] Forma de realización 2: El método de la forma de realización 1 donde el dispositivo inalámbrico (12) está configurado para operar en modo de mejora de cobertura (al que también se hace referencia en la presente como modo de cobertura mejorada).

[0066] Forma de realización 3: El método de la forma de realización 1 o 2 donde el campo es un campo en una porción de concesión del enlace ascendente del canal de control de enlace descendente.

[0067] Forma de realización 4: El método de la forma de realización 1 o 2 donde el campo es un campo de Índice de MCS.

- [0068]** Forma de realización 5: El método de la forma de realización 3 donde el campo es un campo de asignación de bloques de recursos
- [0069]** Forma de realización 6: El método de cualquiera de las formas de realización 1 a 5 donde el método es realizado por un nodo de red.
- [0070]** Forma de realización 7: El método de la forma de realización 6 donde el nodo de red es un nodo de acceso de radio.
- [0071]** Forma de realización 8: Un nodo de red para señalar la retroalimentación HARQ-ACK para una transmisión de datos de enlace ascendente enviada desde un dispositivo inalámbrico (12) a un nodo de red de radio (14), estando el nodo de red adaptado para realizar el método de cualquiera de las formas de realización 1 a 7.
- [0072]** Forma de realización 9: Un programa de computadora que comprende instrucciones que, cuando se ejecutan en al menos un procesador, hacen que al menos un procesador lleve a cabo el método de acuerdo con cualquiera de las formas de realización 1 a 7.
- [0073]** Forma de realización 10: Una portadora que contiene el programa de computadora de la forma de realización 9, en la que la portadora es una de una señal electrónica, una señal óptica, una señal de radio o un medio de almacenamiento legible por computadora.
- [0074]** Forma de realización 11: Un nodo de red para señalar la retroalimentación HARQ-ACK para una transmisión de datos de enlace ascendente enviada desde un dispositivo inalámbrico (12) a un nodo de red de radio (14), en que el nodo de red comprende: al menos un procesador; y memoria que comprende instrucciones ejecutables por el al menos un

procesador donde el nodo de red es accionable para realizar el método de cualquiera de las formas de realización 1 a 7.

[0075] Forma de realización 12: Un nodo de red para señalar la retroalimentación HARQ-ACK para una transmisión de datos de enlace ascendente enviada desde un dispositivo inalámbrico (12) a un nodo de red de radio (14), en que el nodo de red comprende: uno o más módulos accionables para realizar el método de cualquiera de las formas de realización 1 a 7.

[0076] Forma de realización 13: Un método de operación de un dispositivo inalámbrico (12) para realizar un procedimiento HARQ de enlace ascendente para una transmisión de datos de enlace ascendente enviada desde el dispositivo inalámbrico (12) a un nodo de red de radio (14) que comprende: transmitir (302) una transmisión de datos de enlace ascendente al nodo de acceso de radio (14); monitorear(304) el sistema en busca de un canal de control de enlace descendente (306, SÍ), decodificar el canal de control de enlace descendente al detectar un canal de control de enlace descendente; determinar (314) si una retroalimentación HARQ-ACK positiva se codifica en una combinación de bits no utilizada de un campo en el canal de control de enlace descendente; y en caso de determinar que una retroalimentación HARQ-ACK positiva está codificada en una combinación de bits no utilizada de un campo en el canal de control de enlace descendente ingresar (310) en el modo de inactividad.

[0077] Forma de realización 14: El método de la forma de realización 13 donde el dispositivo inalámbrico (12) está configurado para operar en modo de mejora de cobertura.

[0078] Forma de realización 15: El método de la forma de realización 13 o 14 donde el campo es un campo en una porción de concesión del enlace ascendente del canal de control de enlace descendente.

[0079] Forma de realización 16: El método de la forma de realización 15 donde el campo es un campo de Índice de MCS.

[0080] Forma de realización 17: El método de la forma de realización 15 donde el campo es un campo de asignación de bloques de recursos.

[0081] Forma de realización 18: Un dispositivo inalámbrico (12) para realizar un procedimiento HARQ-ACK para una transmisión de datos de enlace ascendente enviada desde un dispositivo inalámbrico (12) a un nodo de red de radio (14), estando el dispositivo inalámbrico (12) adaptado para realizar el método de cualquiera de las formas de realización 13 a 17.

[0082] Forma de realización 19: Un programa de computadora que comprende instrucciones que, cuando se ejecutan en al menos un procesador, hacen que al menos un procesador lleve a cabo el método de acuerdo con cualquiera de las formas de realización 13 a 17.

[0083] Forma de realización 20: Una portadora que contiene el programa de computadora de la forma de realización 19, en la que la portadora es una de una señal electrónica, una señal óptica, una señal de radio o un medio de almacenamiento legible por computadora.

[0084] Forma de realización 21: Un dispositivo inalámbrico (12) para realizar un procedimiento HARQ-ACK de enlace ascendente para una transmisión de datos de enlace ascendente enviada desde un dispositivo inalámbrico (12) a un nodo de red de radio (14), en que el dispositivo inalámbrico (12) comprende: al menos un procesador (22); y memoria (24) en

que el dispositivo inalámbrico (12) es accionable para realizar el método de cualquiera de las formas de realización 13 a 17.

[0085] Forma de realización 22: Un dispositivo inalámbrico (12) para realizar un procedimiento HARQ-ACK de enlace ascendente para una transmisión de datos de enlace ascendente enviada desde un dispositivo inalámbrico (12) a un nodo de red de radio (14), en que el dispositivo inalámbrico (12) comprende: uno o más módulos (34) accionables para realizar el método de cualquiera de las formas de realización 13 a 17.

[0086] Las siguientes siglas se utilizan en la presente descripción.

- 3GPP Proyecto asociado de tercera generación
- 5G Quinta generación
- ACK Acuse de recibo
- ASIC Circuito integrado de aplicación específica
- BL Ancho de banda reducido y baja complejidad
- CE Mejora de cobertura
- CPU Unidad de procesamiento central
- DCI Información de control de enlace descendente
- DRX Recepción discontinua
- DSP Procesador de señales digitales
- eNB Nodo B mejorado o evolucionado
- FPGA Matriz de compuertas programable en el campo
- gNB Estación de base de nueva radio
- HARQ Solicitud de repetición automática híbrida
- LTE Evolución a largo plazo
- LTE-A Evolución a largo plazo avanzada

- MCS Esquema de modulación y codificación
- MHz Megahertzios
- MME Entidad de gestión de movilidad
- MTC Comunicación de tipo de máquina
- NDI Indicador de datos nuevos
- NR Nueva radio
- P-GW Pasarela de red de datos por paquetes
- PRB Bloque de recursos físicos
- PUSCH Canal compartido del enlace ascendente físico
- RLC Control de enlace de radio
- RRC Control de recurso de radio
- SCEF Función de exposición de capacidad de servicio
- TBS Tamaño del bloque de transporte
- UE Equipo del usuario

[0087] Los expertos en el arte reconocerán mejoras y modificaciones a las formas de realización de la presente divulgación. Todas esas mejoras y modificaciones se consideran dentro del alcance de los conceptos aquí descritos.

Lista de referencias

- [1] 3GPP TS 36.306 V14.2.0, "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); User Equipment (UE) radio access capabilities (Release 14)," Marzo de 2017.

- [2] 3GPP TS 36.211 V14.2.0, "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical channels and modulation (Release 14)," Marzo de 2017.

- [3] 3GPP TS 36.212 V14.2.0, "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Multiplexing and channel coding (Release 14)," Marzo de 2017.

- [4] 3GPP TS 36.213 V14.2.0, "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical layer procedures (Release 14)," Marzo de 2017.

- [5] RP-170732, "New WID on Even further enhanced MTC for LTE," RAN#75, Marzo de 2017.

- [6] 3GPP TS 36.321 V14.2.0, "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Medium Access Control (MAC) protocol specification (Release 14)," Marzo de 2017.

- [7] R1-1703969, "WF on Resource Allocation for FeMTC UEs with 5MHz PUSCH Channel Bandwidth," Huawei, HiSilicon, Ericsson, Qualcomm, Softbank, Lenovo, Motorola Mobility, Sharp, RAN1#88, Febrero de 2017.